

**Rapport de fin d'études pour obtenir le Diplôme de Licence en Eau et  
Environnement : Faculté des Sciences et Techniques :  
Département des Sciences de la Terre  
Laboratoire : Géosciences et Environnement**

# **ESSAI D'AMÉLIORATION DU SYSTÈME DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE A LA VILLE DE MARRAKECH (MAROC)**



**Réalisés par :**

**Hind HATI**

**Khadija KOUNHI**

**Encadrés par:**

**Pr. D. CHAFIKI : FST Marrakech**

**Mr. A. ABID: RADEEMA.**

**Soutenu le 27/06/2012 devant la commission d'examen composé de :**

**-Pr. D. CHAFIKI**

**-Pr. S. ESSARAJ**

**-Pr. A. AIT ADDI**

**Année universitaire : 2011/2012**



## *Dédicaces*



*Nous dédions ce travail:*

*A nos parents qui nous ont appris le sens de la responsabilité et les valeurs de la vie. Les principes de notre éducation resteront à jamais, les repères phares qui vont m'éclairer toute ma vie ;*

*A nos sœurs et frères, nos compagnons depuis ma tendre enfance. Nous vous adorons, nous ne vous oublierons jamais même si la vie a fait que nous sommes séparés.*

*A nos enseignants et professeurs, qui nous donnons tout respect et hommage d'avoir contribué à notre solide formation.*

*A tous nos amis de l'enfance et d'aujourd'hui.*

## **REMERCIEMENTS**

*Nous tiens à remercier premièrement le chef de département d'exploitation d'eau **Mr. M.ASKOUR.***

*Nous remercions tout particulièrement notre encadrant de stage **Mr. A. ABID** ingénieur et chef de division de réseau et conduite, pour nous avoir accueilli au sein de la RADEEMA, pour ses conseils et sa confiance.*

*Un grand remerciement pour **Mr. D. CHAFIKI** pour avoir bien voulu accepter de nous encadrer tout au long de ce travail.*

*Cet acte a été le gage de la réussite de ce projet. Et sincèrement, ce travail n'aurait pas été possible sans la disponibilité, le conseil, l'aide et les facilités qu'il nous a accordés.*

*Nous remercions **Mr. T.AIT HACHA** ingénieur et chef de service d'amélioration de rendement technique, qui nous a guidés dans l'avancement de notre stage.*

*Nous remercions **Mr. M. RAIBI** ingénieur et chef de service d'exploitation des réservoirs et feeders.*

*Nous remercions **Mr. BAROUD** chef de service mesure et détection des fuites pour ses informations sur la recherche et détection des fuites.*

*Nous remercions aussi **Mr. B.MOHIB** pour les renseignements sur les réclamations.*

*Merci à **Mr. Abdeljalil** technicien au réservoir et feeders, à **Mr. S. AMLLOUL** chef de secteur Daoudiate à **Mr. J. AIT TALB** chef de secteur M'Hamid pour leur gentillesse et le plaisir de travailler sur le terrain avec eux.*

*Merci toute l'équipe de la RADEEMA pour sa sympathie et sa bonne humeur.*



## RESUME

Ce rapport de fin d'études traite un sujet qui se trouve, actuellement, dans le centre d'intérêt des collectivités locales et des pouvoirs publics au Maroc. Il s'agit de l'amélioration de système de distribution d'eau potable par les indicateurs de performance pour le cas de la Régies Autonomes de distribution d'eau et d'électricité à Marrakech (RADEEMA) au Maroc.

Le rapport présent la problématique de présence de certain nombre de défaillances au niveau de réseau de distribution d'eau potable de la ville de Marrakech, et qui entraine une gaspillage d'une grande quantité d'eau potable, et l'objectif de cette étude porte sur l'amélioration de ce système.

Cette amélioration consiste :

- La réalisation de campagnes de recherche de fuite permettant de repérer les fuites invisibles et ce en exploitant la sectorisation mise en place en 2007;
- Renouvellement des branchements qui est plus fuyard, et renouvellement des compteurs âgés, et enfin suivre la qualité de l'eau distribué aux abonnés.

Il est en effet possible, en prenant en compte divers critères dont les fuites sont l'un des principaux, de classer les conduites et de donner un plan de renouvellement le plus critique.

**Mots clés : système, distribution, eau potable, amélioration de ce système, indicateurs de performance.**

## PRINCIPAUX ABREVIATIONS

**NM** : Norme Marocaine ;

**RADEEF** : Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de Fès ;

**RADEEMA** : Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de Marrakech;

**RADEEM** : Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de Meknès ;

**RAK** : Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de la Province de Kenitra ;

**RADEEJ** : Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de la Province d'El Jadida ;

**RADEES** : Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de la Province de Safi ;

**RADEEL** : Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de la Province de Larache ;

**RAMSA** : Régie Autonome Multiservices d'Agadir ;

**RADEEO** : Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité d'Oujda ;

**RADEET** : Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de Tadla ;

**RADEEC** : Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de Chaouia ;

**RADEETA** : Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau et d'Electricité de la Province de Taza ;

**REDAL** : Société Délégitaire Chargée des services d'assainissement liquide et de la Distribution d'Eau et d'Electricité à Rabat ;

**AMENDIS-TA** : Société d'exploitation des services d'assainissement liquide et de la Distribution d'Eau et d'Electricité à Tanger (Société Délégitaire SEEN) ;

**AMENDIS-TE** : Société d'exploitation des services d'assainissement liquide et de la Distribution d'Eau et d'Electricité à Tétouan (Société Délégitaire SEEN) ;

**LYDEC** : Société Délégitaire Chargée des services d'assainissement liquide et de la Distribution d'Eau et d'Electricité à Casablanca ;

**ONEP** : Office National d'Eau Potable ;

**SYBA**: Sidi Youssef Ben Ali;

**DN** : Diamètre Nominale ;

**TE** : taux d'Evolution ;

**IR** : Indice de Réparation ;

**T°C** : Température ;

**T°C MOY** : Température Moyenne ;

**T°C MIN** : Température Minimale ;

**T°C MAX** : Température Maximale ;

**ILP** : Indice Linéaire des Pertes;

**IC** : Indice de Consommation .

# Table de matières

<b>Introduction générale.....</b>	<b>3</b>
Objectif de travail.....	4
- CHAPITRE I : GENERALITE.....	5
I- La loi d'eau n°10-95 .....	6
II- La qualité de l'eau .....	6
III-Normes Marocaines de qualité d'eau potable .....	6
III-1- Normes de potabilité .....	6
III-2- Normes de surveillance .....	6
IV- Alimentation en eau potable au Maroc .....	7
IV-1- Les ressources en eau au Maroc .....	7
IV-2- Exploitation de service d'eau potable .....	7
V- Aperçus sur l'alimentation en eau potable de la ville de Marrakech .....	8
V-1- Présentation générale de la ville de Marrakech .....	8
V-2- Les ressources en eau dans la ville de Marrakech .....	8
<b>- CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA RADEEMA.....</b>	<b>10</b>
I- Présentation de la RADEEMA .....	11
I-1- Historique .....	11
I-2- Activités et objectifs .....	11
I-3 -Présentation de Département d'Exploitation d'Eau .....	11
<b>- CHAPITRE III : PRESENTATION DE SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE.....</b>	<b>13</b>
I- Les types de système de distribution .....	14
I-1- Système de distribution gravitaire .....	14
I-2 - Système de distribution par refoulement.....	14
II- Les composants de système de distribution .....	15
II-1- Réservoir .....	15
II-2- Réseau .....	16
II-3 - Les équipements.....	18
<b>- CHAPITRE IV : LES INDICATEURS DE PERFORMANCES DE SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA VILLE DE MARRAKECH .....</b>	<b>22</b>
I- Les types des indicateurs .....	23
I-1- Indicateurs de performance .....	23
I-2- Choix des indicateurs .....	25
<b>-CHAPITRE V : L'AMELIORATION DE SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA VILLE DE MARRAKECH .....</b>	<b>26</b>
<b>I- Analyses et interprétations des indicateurs de performances de système de distribution d'eau potable de la ville de Marrakech .....</b>	<b>27</b>
I-1- Rendement .....	27
I-2- L'indice de réparation .....	33
I-3- L'indice de consommation .....	38
I-4- L'indice linéaire de perte.....	42
I-5- Le taux de conformité d'eau.....	46
<b>II- Recommandations.....</b>	<b>47</b>
- Conclusion générale .....	48
- Liste des figures.....	49

<b>- Liste des photos</b> .....	49-50
<b>- Liste des tableaux</b> .....	50
<b>- Liste des annexes</b> .....	50
- Annexe 1 : Les normes de qualité de l'eau .....	51
- Annexe 2 : Les objectifs de département d'exploitation eau et leur division et leur service.....	52
- Annexe 3 : Recherche et détection des fuites .....	53
- Annexe 4 : Les normes de l'indice linéaire de perte et l'indice de consommation ....	53-54
<b>- Bibliographie</b> .....	55

## Introduction générale :

La population mondiale a triplé au 20ème siècle, l'utilisation des ressources en eau renouvelables a été multipliée par six. Dans les cinquante prochaines années, la population mondiale va augmenter par 40 à 50%. Cette croissance de la population - couplé avec l'industrialisation et l'urbanisation - se traduira par une demande croissante pour l'eau et aura de graves conséquences sur l'environnement.

Au Maroc, le volume d'eau disponible par habitant en 2010 c'est 1000 m<sup>3</sup>/hab./an et il serait de l'ordre de 590 m<sup>3</sup>/hab./an en 2025, à cause de :

- \*La forte croissance démographique et urbaine.
- \*La pluviométrie insuffisante et problème de la reconstitution de la ressource en eau.
- \*Augmentation d'exploitation de réseaux.

Dans le cadre de la politique nationale de préservation des ressources en eau et afin d'assurer l'économie d'eau au niveau de la distribution et de la consommation, la RADEEMA comme les autres distributeurs d'eau potable s'est tracée comme objectif l'amélioration du système de distribution d'eau potable, ce qui permet de réduire les pertes d'eau dans le réseau de distribution.

La RADEEMA assure l'exploitation du réseau d'eau potable à Marrakech.

Ce réseau est implanté dans un milieu urbain et rural. L'objet de la présente étude vise à améliorer le système de distribution de l'eau desservie aux abonnés.

Et notre stage entre dans le cadre d'amélioration, en effet, en premier lieu, définir les principaux points de l'activité de distribution d'eau potable, en deuxième lieu, réaliser une étude de diagnostic des indicateurs, et enfin faire des recommandations d'amélioration du système de réseau de distribution d'eau potable à Marrakech. Cette amélioration donne une augmentation de rendement qui résulte un gain d'eau potable de l'ordre de 2% ce qui équivaut deux millions m<sup>3</sup> entre 2009 et 2010.

C'est à partir de là que ce travail tire son importance. En effet, ce travail vient renforcer cette vision et amorcer une dynamique visant à atteindre cet objectif. En effet, l'amélioration des services de la distribution d'eau par un système d'indicateurs de performance est un moyen pour maîtriser aussi bien la situation et l'évolution du secteur, et partant, avancer dans le domaine l'amélioration du service.

## **Objectif du présent travail :**

Le principal objectif de notre stage consiste en un essai d'amélioration du système de distribution d'eau potable de la ville de Marrakech. Il s'agit :

- En premier lieu, de définir les principaux points qui gèrent l'activité de distribution d'eau potable dans la ville de Marrakech ;
- En deuxième lieu, de réaliser une étude de diagnostic des indicateurs de performance de système de distribution d'eau potable;
- Et, enfin, de proposer des recommandations bien adéquates à l'amélioration du système de réseau d'eau potable considéré à Marrakech.

# Chapitre I :

# GENERALITES



***L'EAU C'EST LA VIE***

## **Introduction :**

L'eau c'est la vie, c'est une ressource naturelle rare, elle existe dans les réserves disponibles dans la nature que ce soit des eaux souterraines ou des eaux de surface.

La qualité de l'eau dépend de certains paramètres, donc :

- Quelles sont ces paramètres ?
- Quelle sont les normes Marocaines de qualité d'eau ?
- Quelles sont les ressources d'eau au Maroc ?
- Quel est le responsable à la distribution d'eau potable au Maroc ?

## **I- La loi sur l'eau n 10-95 :**

La loi sur l'eau a pour objectif de rendre le processus de gestion des ressources en eau dynamique, interactif et durable .Elle vise à mettre en place une politique nationale de l'eau basée sur une vision prospective qui tient compte d'une part de l'évolution des ressources et d'autre part des besoins nationaux en eau. Elle prévoit des dispositions légales visant la rationalisation de l'utilisation de l'eau, la généralisation de l'accès à l'eau, la solidarité inter-régionale, la réduction des disparités entre la ville et la campagne dans le cadre de programmes dont l'objectif est d'assurer la sécurité hydraulique sur l'ensemble du territoire Royaume.

## **II- La qualité d'eau potable :**

Une eau est dite **potable** quand elle satisfait à un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine. La qualité des eaux distribuées est définie par des normes. Ces normes précisent les références de qualité à respecter pour un certain nombre de paramètres. Ces paramètres de qualité sont regroupés en quatre catégories :

- Paramètres organoleptiques.
- Paramètres physico-chimiques.
- Paramètres microbiologiques.
- Éléments indésirables.

## **III-Normes marocaines de qualité d'eau potable :**

L'eau traitée doit répondre à un certain nombre de critères physiques, chimiques et bactériologiques précisés par des normes nationales et/ou internationales.

### **III-1- Norme de potabilité: NM : 03.7.001 :**

Cette norme est défini l'eau comme étant toute eau destiné à la boisson et/ou à la préparation. Pour plus d'information (voir annexe 1).

### **III-2-Norme de surveillance: NM : 03.7.002 :**

Cette norme précise les différents paramètres qu'il faut analyser d'une manière régulière pour assurer la surveillance et le contrôle de la qualité de l'eau, (Voir annexe 1).

#### **IV- Alimentation en eau potable au Maroc :**

L'Alimentation en eau au Maroc provient à partir des ressources conventionnelles et non conventionnelles, et le traitement se fait par l'ONEP, et la distribution des eaux potable se fait par trois opérateurs (régies, ONEP et les sociétés délégataires).

##### **IV- 1- Les ressources en eau au Maroc :**

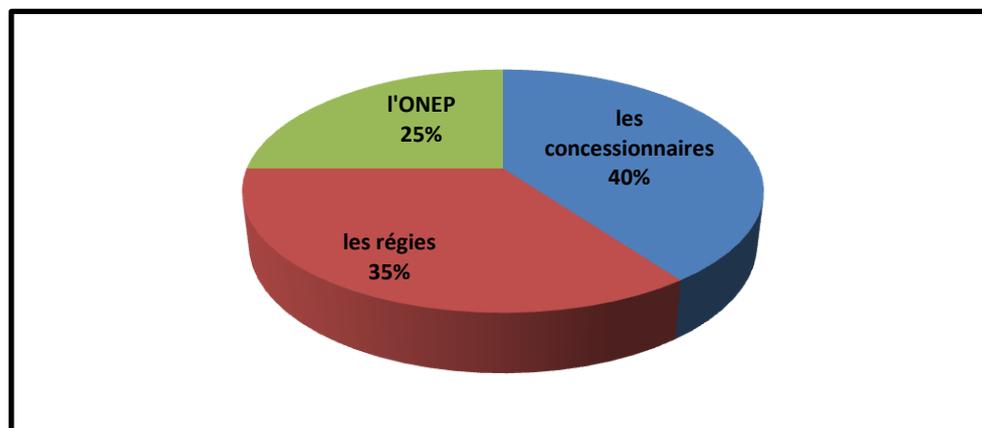
Les ressources en eau au Maroc sont principalement des ressources conventionnelles (eaux de surface et souterraine). Pourtant des ressources en eau non conventionnelles telles que la réutilisation des eaux usées traitées et le dessalement de l'eau de mer se développent de plus en plus.

Les ressources en eau au Maroc sont, en moyenne, d'environ 22 milliards de m<sup>3</sup> par an. Les ressources en eau mobilisables sont de 20 milliards de m<sup>3</sup> dont 16 milliards sont des eaux de surface et 4 milliards des eaux souterraines. Les usages de l'eau se répartit suivant la proportion suivante : 83 % pour l'agriculture et 17 % pour l'industrie et l'eau potable.

##### **IV-2- Exploitation de service d'eau potable :**

Il existe trois catégories d'opérateurs au Maroc (Fig. 1) :

- \* Les concessionnaires (40% de la population urbain) ;
- \* Les régies (35%) ;
- \* L'opérateur national ONEP (25%).



**Figure 1 : La répartition des opérateurs par catégories au Maroc.**

Le secteur de distribution d'eau géré par le ministre de l'intérieur, il s'agit de onze régies autonomes et de quatre sociétés délégataires :

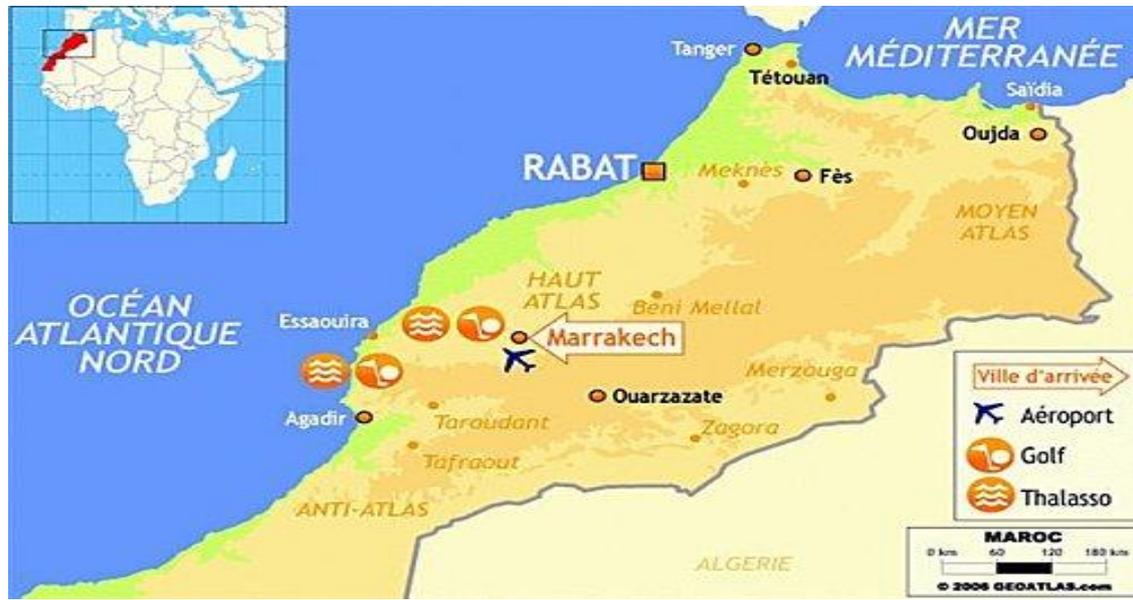
Les onze régies autonomes se présentent comme suit :

- Sept régies de distribution d'eau, d'électricité et d'assainissement : ce sont les régies de RADDEF de Fès, RADEEM de Meknès, RAK de Kenitra, RADEES de Safi, RADEEJ d'El-Jadida, RADEEL de Larache et RADEEMA de Marrakech.
- Quatre régies de distribution d'eau et d'assainissement: ce sont les régies de RAMSA d'Agadir, RADEEO d'Oujda, RADEEC de Stat et RADEET de Béni Mellal.

Les quatre sociétés délégataires sont LYDEC de Casablanca, REDAL de Rabat-salé, AMENDIS Tanger et AMENDIS Tétouan.

## **V-Aperçu sur l'alimentation en eau potable de la ville de Marrakech :**

### **V-1- Présentation générale de la ville de Marrakech :**



**Figure 2 : Carte de Maroc.**

Marrakech est une ville qui se trouve au centre du Maroc, est englobe une partie du Haut Atlas (Fig. 2). Sa superficie est de 230 Km<sup>2</sup>, pour une population de 909 000 habitants en 2010.

### **V-2- Les ressources en eau dans la ville de Marrakech :**

L'alimentation en eau potable de la ville de Marrakech est assurée par l'ONEP comme producteur, et par la RADEEMA comme distributeur.

Les ressources en eau sont composées d'eau superficielles et souterraines, représentant respectivement 99% et 1% du volume mobilisé pour l'alimentation en eau potable de Marrakech.

\* Les eaux superficielles : elles sont mobilisées à partir du barrage Sidi Driss qui est lui-même alimenté par le barrage Hassan premier comme une source principale, elles sont véhiculées par un canal de rocade. La prise d'eau brute de la station de traitement est située dans la partie aval du canal, au kilomètre 112, et à une distance de 1.7 km de la station de l'ONEP. Et comme une source de secours à partir de barrage Lalla Takerkoust situé au sud ouest de la ville pour alimenter la station de traitement en eau brute en cas de problème au niveau de canal de rocade (Fig. 3).

\* Les eaux souterraines : elles proviennent de 35 captages, forages, puits et drains dispersés géographiquement de l'Est à l'Ouest de la ville, sur un rayon maximal de 35 km.  
 - Les captages d'eau souterraine se situent à N'fis, Agdal, Issil, Ourika, Khettara Agdal, Khettara Bouzoughar, les puits Ménara I et Ménara II, les puits Iziki et les puits Bahja.



**Figure 3 : Les ressources en eau dans la ville de Marrakech (RADEEMA).**

### **Conclusion :**

L'eau potable est une eau destinée à la consommation humaine en fonction de certain paramètre ;

L'eau traitée est une eau qui répond à un certain nombre de critère précisés par des normes nationales et/ou internationales.

Selon les normes marocaines deux types de normes sont à considérer :

- Les normes de potabilité 03.7.001 ;
- Les normes de surveillance 03.7.002.

L'alimentation au Maroc est gérée par onze régions et quatre sociétés délégataires, parmi de ces régions on s'intéresse la RADEEMA qui est le lieu de notre stage.

## **Chapitre II :**

# **PRESENTATION DE LA RADEEMA**

## **Introduction :**

RADEEMA c'est une régie autonome de distribution d'eau potable et d'électricité et gestion d'assainissement liquide, parmi ces principaux objectifs la distribution d'eau potable à Marrakech, et il est composé par cinq directions.

## **I- Présentation de la RADEEMA :**

### **I-1- Historique :**

La société d'Electricité de Marrakech est constituée le 27 juin 1922. Le 17 juillet 1964, la ville de Marrakech a signé un protocole pour le rachat de la concession, laquelle fut confiée à la Société Marocaine de Distribution (SMD). Le 26 Décembre 1970 et suite aux délibérations du conseil communal de la ville de Marrakech, il a été décidé de créer à partir du premier janvier 1971, la Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de Marrakech, dénommée RADEEMA.

Le premier janvier 1998, la RADEEMA a pris en charge la gestion du service de l'assainissement liquide suite aux délibérations de la communauté urbaine de Marrakech.

### **I-2- Activités et objectifs :**

#### **- Les principales activités de la RADEEMA :**

- Satisfaire les besoins des abonnés en eau, électricité et assainissement.
- Assurer la distribution d'eau et d'électricité à l'intérieur de la ville.

#### **-Les principaux objectifs de la RADEEMA:**

- Sauvegarder les ressources en eau potable.
- Amélioration de système de distribution d'eau potable à la ville de Marrakech, par lutte contre le gaspillage d'eau pour réduire les pertes d'eau.

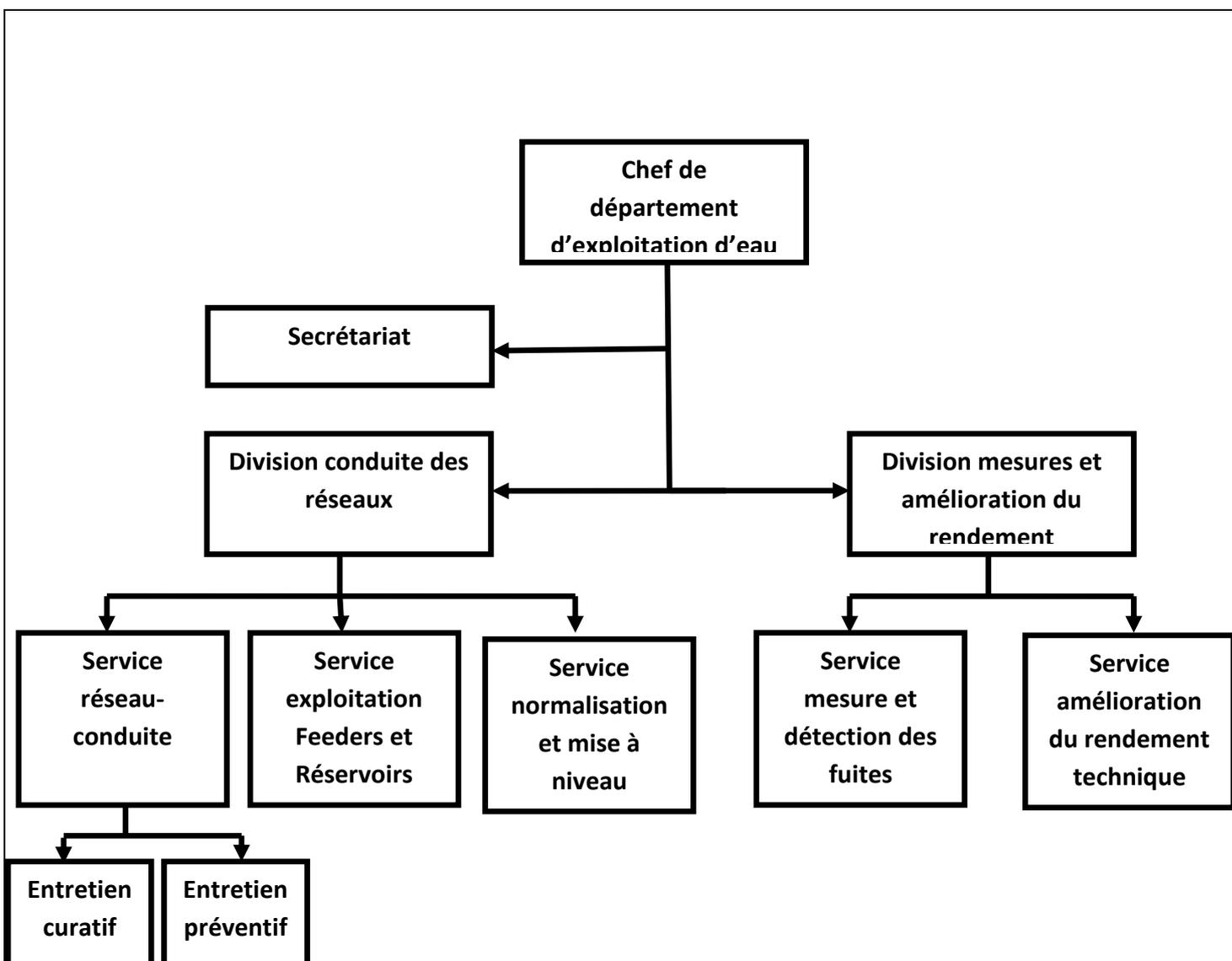
Il existe cinq directions à la RADEEMA, qui sont les suivants:

Clientèle ; Investissement ; Commerciale ; Ressource humain ; Exploitation d'eau et d'assainissement...

Au niveau de la direction d'exploitation, et précisément dans le département exploitation eau (Fig. 4) nous avons effectué notre stage pour étudier l'amélioration du système de distribution d'eau potable à la ville de Marrakech, et aussi diagnostiquer les anomalies qui présente dans le réseau, et pour aussi donner des recommandations pour améliorer ce système.

### **I-3- Département d'Exploitation Eau :**

L'organisation de ce département est résumée comme suivante :



**Figure 4 : La structure du Département d'Exploitation Eau.**

Ce Département est subdivisé en deux divisions :

- Division conduite réseau, qui contient trois services (Fig. 4) ;
- Division mesure et amélioration de rendement, subdiviser en deux service (Fig. 4).

Chaque division et chaque service à des objectifs (voir annexe. 2).

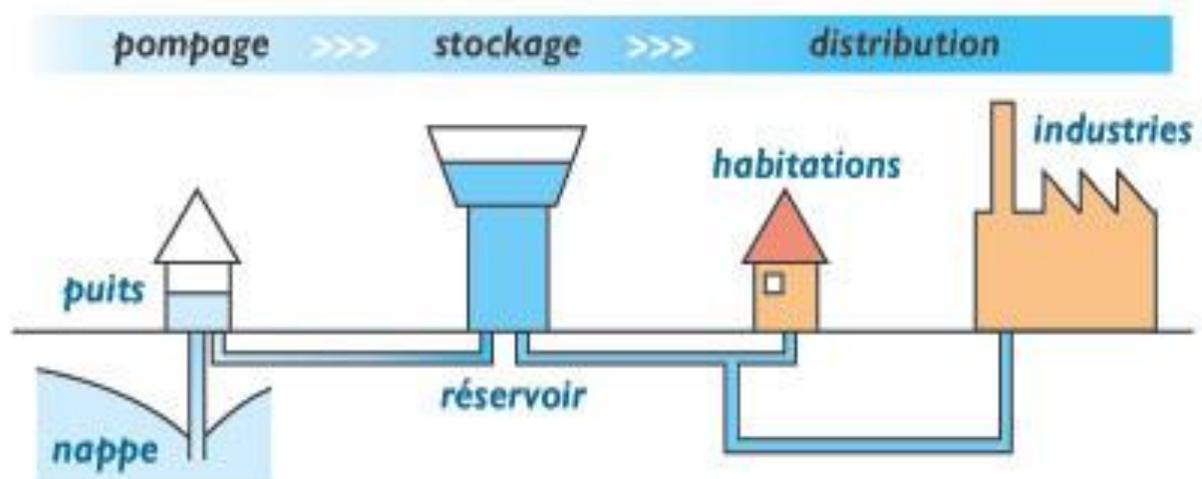
### **Conclusion :**

L'alimentation à Marrakech est assurée par l'ONEP comme producteur et la RADEEMA comme distributeur.

La RADEEMA est alimenté Marrakech de l'eau potable par un système de distribution.

## Chapitre III :

# PRESENTATION DE SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU



## **Introduction :**

Un système ou un réseau de distribution d'eau est un réseau sous réglementation provinciale mis en place pour distribuer l'eau aux utilisateurs à partir d'un réservoir

Ce chapitre va présenter:

- \* Les types de système de distribution.
- \* Les composants de système de distribution généralement et à Marrakech précisément.

## **I- Les types de système de distribution :**

Il existe 2 types de système de distribution d'eau potable :

- Système de distribution gravitaire ;
- Système de distribution par refoulement.

### **I-1- Système de distribution gravitaire :**

La distribution gravitaire où l'écoulement de l'eau à des pressions importantes est causé par la différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de réservoir est supérieure à l'altitude du point de consommation, et se déplace donc grâce à la force de gravitation d'où son nom. C'est le principe du Château d'eau (Photo 1).



**Photo 1: Exemple de château d'eau**

### **I-2- Système de distribution par refoulement :**

La distribution par refoulement ou par pompage lorsque la côte de réservoir est inférieure à celle de point d'alimentation, où la pression sur le réseau et l'acheminement de l'eau se fait à l'aide de pompes à l'intérieur de stations de pompage (Photo 2).



**Photo 2 : Exemple de réservoir d'eau**

Au niveau de Marrakech on a seulement une alimentation gravitaire grâce à la topographie de la ville.

Elle est alimentée de deux côté :

- \* alimentation à partir des forages, du drain et de la Khettara arrivent dans une chambre des vannes principale.
- \* alimentation à partir de la station de traitement ONEP arrivent dans un regard de comptage.

## **II- Les composants de système de distribution :**

Le système de distribution est composé par les équipements suivants :

- Réservoir ;
- Réseau ;
- Les équipements.

### **II-1- Réservoir :**

C'est un bassin où l'eau mis en réserve, et c'est un endroit pour accumuler et conserver. C'est un lieu où l'on amasse des eaux pour les distributeurs, suivant les besoins, en divers endroits.

L'alimentation à Marrakech est assurée par deux réservoirs :

\* Réservoir Ourika : situé sur la route d'Ourika, dans la zone touristique Agdal, avec une capacité de 55000m<sup>3</sup> et une cote moyenne du terrain naturel : 492,45NGM, ce réservoir alimente l'étage bas services de Marrakech (Gueliz, Daoudiate, Massira, Médina nord, zone industriel).à coté de ce réservoir il ya la construction d'un nouveau réservoir qui a une capacité de 30000m<sup>3</sup>. (RAPPORT DE GESTION 2010).

\* Réservoir Sidi Moussa: de capacité de 50000m<sup>3</sup> située dans le complexe hydraulique Sidi Moussa sur la route d'Ourika, alimente l'étage haut service de Marrakech (M'Hamid, Médina sud, SYBA, Hivernage, Agdal), avec une cote moyenne de 552.5NGM. (RAPPORT DE GESTION 2010).

L'autonomie de ces deux réservoirs est à peu près 16 heures, mais lorsque le troisième réservoir sera complet l'autonomie devient 20 heures.

## II-2- Réseau :

Ensemble d'équipements permet de distribuer une eau potable. Deux types de réseau peuvent être distingués (Tab. 1):

	Réseau ramifié (fig. 5)	Réseau maillé (fig. 6)
<b>avantages</b>	Plus simple et plus économique.	-Il ya plusieurs trajets possible entre le réservoir et le point d'alimentation. -la sécurité d'approvisionnement est beaucoup plus grande puisque les consommateurs aval peuvent être alimentés.
<b>inconvénients</b>	-Il ya un seul trajet possible entre le réservoir et le point d'alimentation. -priver d'eau de tous les consommateurs en cas d'incident.	-plus couteux, plus complexe.

Tableau1 : Avantages et inconvénients des différents types de conception de réseau de distribution d'eau.

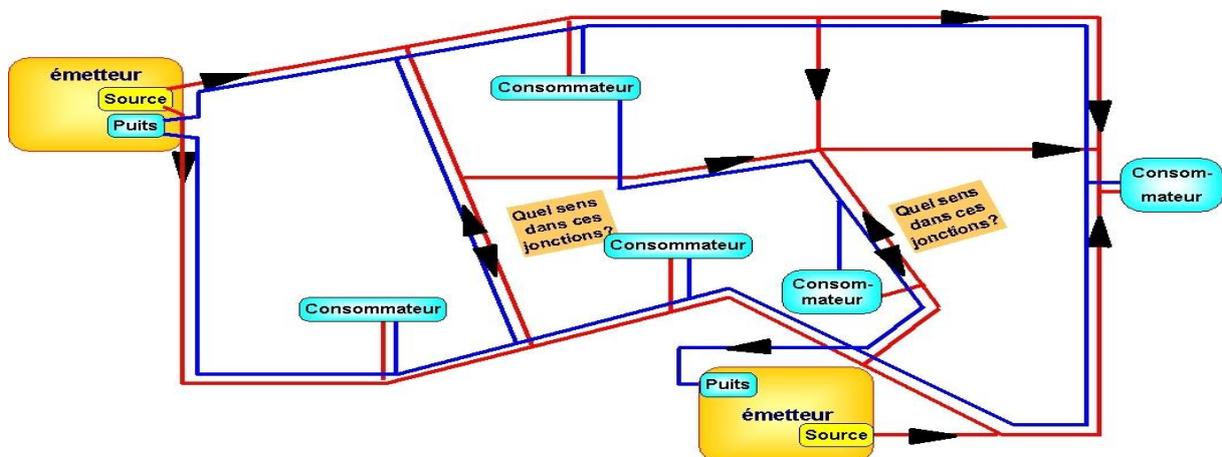
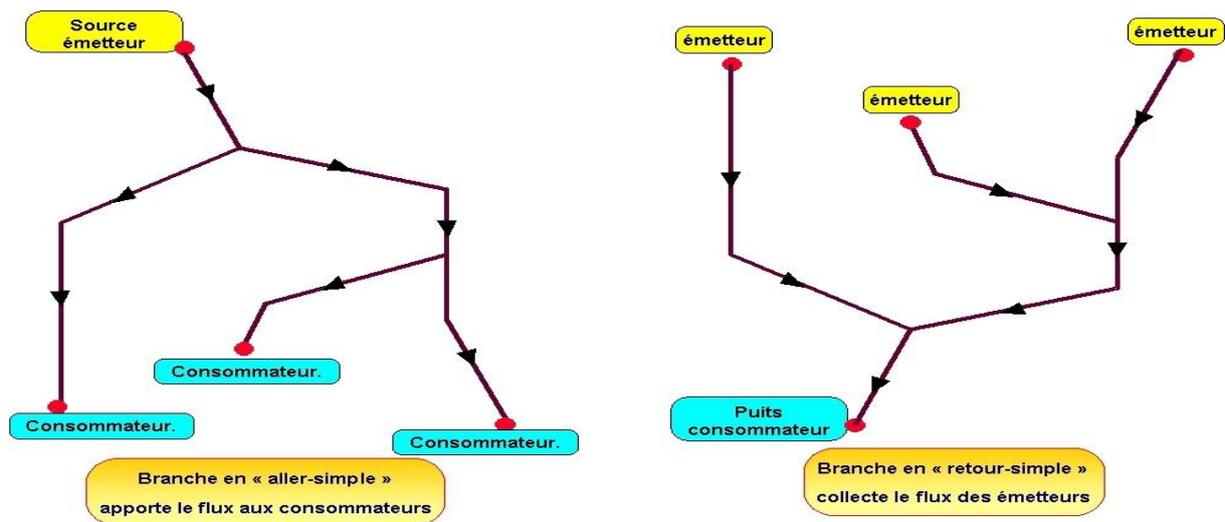
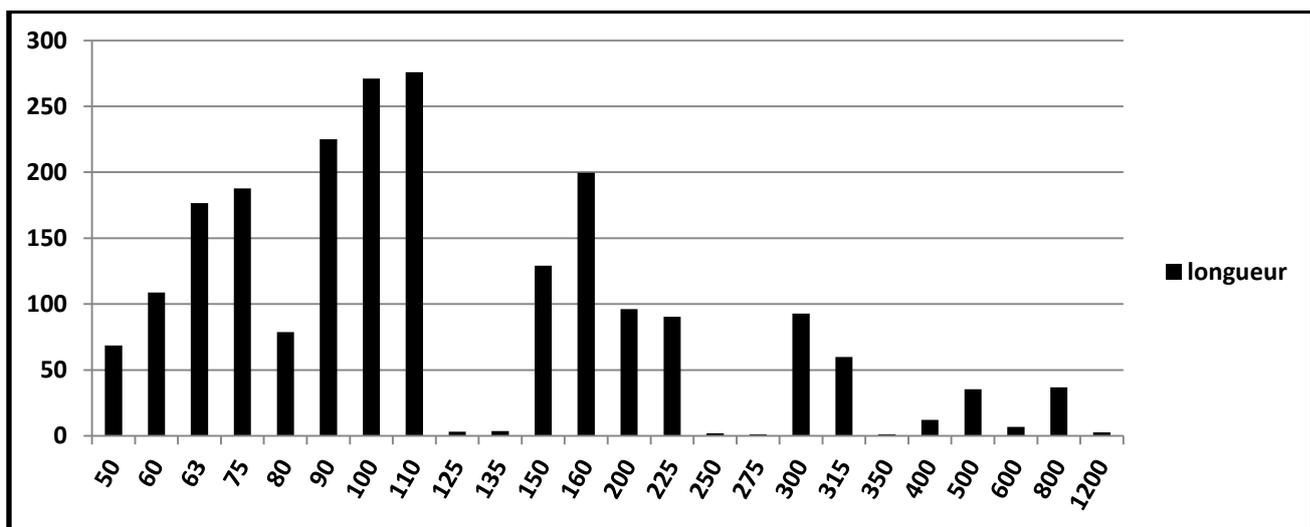


Figure 5 : Schéma d'un réseau maillé.



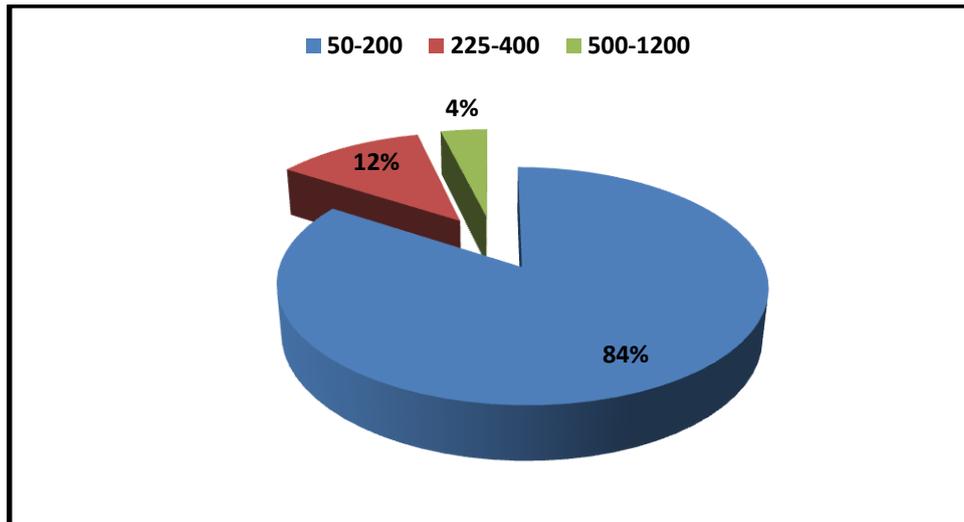
**Figure 6 : Exemples de structure d'un réseau ramifié**

Marrakech est alimenté à partir de deux réservoirs au niveau d'un réseau maillé de linéaire 2 167 Km en 2010 réparti en fonction des diamètres comme suit (Fig. 7) :



**Figure 7 : répartition de linéaire de réseau en mètre linéaire par diamètre (mm).**

Les conduites de DN compris entre 80 et 200 mm totalisent environ 84% du linéaire et constituent le réseau de distribution à l'intérieur des quartiers, Les conduites principales de DN 225 à 400 mm totalisent près de 12% du réseau et constituent l'ossature principale qui alimente les quartiers à partir du réseau de feeders, Les feeders de DN 500 et 1200 mm totalisent près de 4% du linéaire, ils alimentent le réseau à partir des réservoirs et se prolongent jusqu'au centre de la ville, ce qui donne la répartition présentée sur le figure 8:



**Figure 8 : répartition de réseau par diamètre.**

Le réseau de distribution est constitué par les équipements suivants : conduite et branchement

\* Conduite : c'est un canal de DN supérieure ou égale à 63mm. Les types des conduites en fonction de la nature sont: PVC (polyvinyle de chlorure), polyéthylène, béton précontraint, l'amiante ciment, la fonte ductile et grise.

PVC et l'amiante ciment représente 88% de réseau de distribution d'eau potable à Marrakech.

Les types de conduites en fonction de diamètre : les conduites et les feeders.

\* Branchement : ce sont des tuyaux de DN inférieur à 63mm.

### II-3- Les équipements :

Ce sont des accessoire de système de distribution, et il est composé par:

- \* Les ventouses.
- \* Les vannes ;
- \* Les vidanges.
- \* Les stabilisateurs.
- \* Les poteaux d'incendies et les bouches d'incendies.

- ✓ Ventouses (Photo 3) : placées sur tous les points hauts d'un réseau, sont nécessaires pour permettre l'évacuation de l'air emprisonné dans les conduites et pour éviter la dépression des conduites lors des incidents avec coupure d'eau.

Il existe 779 ventouses à Marrakech (RADEEMA en 2006).



**Photo 3 : Exemple de ventouse**

- ✓ Vidanges : réalisés sur les points bas d'un réseau ainsi sur les branches terminales de réseau, permettent de vidanger la conduite pour réparation des fuites. Le diamètre de vidange doit être égal au  $\frac{1}{4}$  du diamètre de la conduite.

Dans Marrakech il y a 631 vidanges (RADEEMA en 2006).

- ✓ Vannes (Photo 4): dispositifs qui sert à arrêter ou modifier le débit de l'eau, c'est l'équivalent d'un robinet est parfois utilisé pour des appareils de petites dimensions, montés sur des canalisations. il y a plusieurs types des vannes (à papillon, à opercule, à soupape.....).

Il y a la présence de 2216 vannes à Marrakech (RADEEMA en 2006).



**Photo 4 : Exemple de vanne**

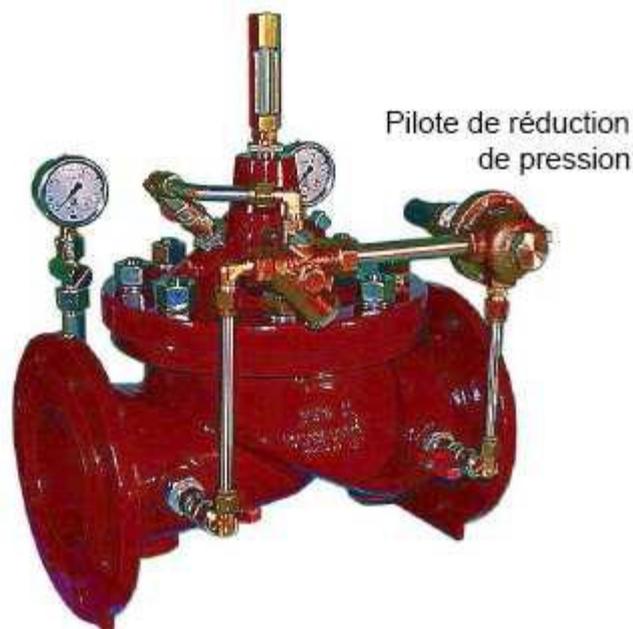
- ✓ Stabilisateurs de pression (Photo 5): c'est une vanne conçus pour décharger l'excès de pression dans un système de fourniture d'eau et sert à maintenir la pression de système à un niveau ne dépassant pas une valeur maximale prédéterminé. On a deux types de stabilisateurs : réducteur pour réduire la

pression pendant le jour, et modulateur (Photo 6) pour compenser les pertes de charge de façon très souple en période de forte consommation (jour) et respectivement en période de faible consommation (nuit).

Il existe 12 stabilisateurs à Marrakech (RADEEMA en 2006).



**Photo 5 : Modèle de stabilisateur utilisé dans le réseau de distribution d'eau à Marrakech.**



**Photo 6 : Exemple de modulateur utilisé pour compensation des pertes de charge d'eau.**

- ✓ Poteaux d'incendies ou bouches d'incendies (Photos 7 et 8) : sont des dispositifs de lutte contre l'incendie, permettent d'alimentation les sapeurs-pompiers. destinés à l'alimentation, à l'irrigation ou l'industrie.

Il existe 270 poteaux d'incendies de DN 100mm, et 47 bouches d'incendie de DN100mm (RADEEMA en 2006).



**Photo 7 : Exemple de poteau d'incendie**



**Photo 8 : Modèle de bouche d'incendie**

### **Conclusion :**

La distribution d'eau potable à la ville de Marrakech est une distribution gravitaire se fait à l'aide d'un système composé de trois compartiments : réservoirs, réseau, et les équipements.

Marrakech est alimenté à partir de deux réservoirs : réservoir Ourika et réservoir Sidi Moussa au niveau d'un réseau maillé.

Pour étudier la performance de ce système il faut connaitre les indicateurs selon laquelle la RADEEMA s'est basée pour classer le réseau de distribution.

Quelles sont ces indicateurs ? Nous essayerons donc d'apporter des éléments de réponses à cette question.

## **Chapitre IV :**

# **LES INDICATEURS DE PERFORMANCES DE SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE**

## **Introduction :**

En générale, un indicateur est une représentation chiffrée d'un aspect spécifique que l'on veut maîtriser, en assurer le suivi ou mettre sous contrôle. C'est une mesure quantitative de la performance de l'entreprise ou de son niveau de service.

De manière plus spécifique notamment, en matière de la distribution d'eau, un indicateur est une donnée permettant d'objectiver une situation et d'en rendre les caractéristiques lisibles, mesurable, interprétables et contrôlable.

Un indicateur peut exprimer deux valeurs extrêmement remarquables:

- \* Une valeur Cible, qui traduit l'objectif que l'on se fixe ;
- \* Une valeur Résultat, qui traduit le niveau de réalisation.

Il existe différents types des indicateurs de performances.

## **I- Les types des indicateurs :**

Il existe trois types des indicateurs :

- Les indicateurs de gestion ;
- Les indicateurs commerciaux ;
- Les indicateurs de performance.

Dans notre sujet, on s'intéresse les indicateurs de performance de système de distribution d'eau potable pour améliorer ce système.

### **I-1 - Les indicateurs de performance de réseau :**

#### **1/ Indice d'avancement de protection de la ressource en eau :**

Cet indicateur permet de mesurer la performance atteinte pour assurer une protection effective de la ressource conformément à la réglementation en vigueur.

#### **2/ Le taux de conformité de la qualité d'eau:**

Cet indicateur permet de donner une mesure statistique de la qualité microbiologique ou physico-chimique de l'eau distribuée conformément aux résultats des analyses réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire.

#### **3/ L'indice de connaissance et de gestion patrimoniale des réseaux :**

Cet indicateur permet d'évaluer le niveau de connaissance du réseau d'eau potable. La valeur de cet indice varie de 0 à 100.

#### **4/ Le taux moyen de renouvellement des réseaux :**

Cet indicateur permet de mesurer le maintien de la valeur du patrimoine de la collectivité. Le linéaire considéré est égal au linéaire renouvelé par le délégataire auquel il convient d'ajouter les linéaires remplacés par la collectivité à l'occasion de renforcement ou de réhabilitation. Exprimer en pourcentage, Fréquence de détermination Annuel.

#### **5/ Le rendement des réseaux de distribution :**

C'est le rapport entre le volume consommé par les usagers et le volume introduit dans le réseau au niveau des usines de production. L'écart entre ces deux valeurs est dû aux pertes

en distribution et aux volumes non ou mal comptabilisés. Fréquence de détermination annuelle, leur moyenne nationale est de 76% enregistrée en 2010, exprimer en pourcentage (%).

#### **6/ Indice linéaire de pertes :**

L'indice linéaire de perte permet de connaître par km de réseau la part des volumes mis en distribution qui ne sont pas consommés avec autorisation sur le périmètre du service. Sa valeur et son évolution sont le reflet d'une part de la politique de maintenance et de renouvellement du réseau qui vise à lutter contre les pertes d'eau en réseau, et d'autre part des actions menées pour lutter contre les volumes détournés et pour améliorer la précision du comptage chez les abonnés. Fréquence de détermination Annuelle, exprimer en  $m^3/j \cdot km$ .

#### **7/ L'indice linéaire de réparation :**

Est un indicateur de l'état de santé du réseau et également de l'efficacité du gestionnaire. Afin de comparer son évolution dans le temps.

#### **8/ Indice de consommation :**

On peut définir le type de réseau en fonction de l'Indice Linéaire de Consommation (ILC) ou du nombre d'abonnés par kilomètre de canalisation.

#### **9/ Taux d'occurrence des interventions de service non programmées :**

Cet indicateur permet de mesurer la continuité du service d'eau potable. Il traduit le nombre de coupures d'eau par millier d'abonnés.

#### **10/ Taux de réclamations écrites :**

Cet indicateur permet de mesurer le niveau d'insatisfaction des abonnés du service de l'eau.

#### **11/ Taux de branchement :**

Exprime l'évolution de nombre de client et la longueur de réseau.

#### **12/ Autonomie de distribution et capacité de stockage :**

Cet indicateur permettra de connaître combien d'heures la régie peut assurer la livraison de l'eau aux abonnés en cas de rupture de la production.

L'unité légale de mesure est heure (H) et la Fréquence de détermination est annuelle.

#### **13/ Volume non-compté :**

L'indice linéaire des volumes non comptés est égal au volume journalier non compté par kilomètre de réseau (hors linéaires de branchements). Le volume non compté est la différence entre le volume mis en distribution et le volume comptabilisé. L'indice est exprimé en  $m^3/km/jour$ .

#### **14/ Débit minimum nocturne :**

Ce débit, mesuré sur un secteur, est une valeur quasiment constante. L'observation de son augmentation peut traduire l'apparition de fuites, dont le débit s'ajoute en général au débit minimum nocturne.

#### **15/ Taux de desserte :**

Ce taux permet de connaître si tous les habitants sont desservis par le réseau, le branchement de leur logement n'étant tributaire que de leur volonté.  
Fréquence de détermination Annuelle.

#### **16/ Le taux de renouvellement des compteurs vétustes ou bloqués :**

Compléter l'information sur la qualité de la gestion du patrimoine constitué par les compteurs d'eau potable, en permettant le suivi du programme de renouvellement défini par le service. Exprimé en pourcentage, leur fréquence de détermination annuelle.

#### **I-2- Choix des indicateurs :**

Pour choisir les indicateurs il faut se baser sur certains critères tel que : la simplicité ; la clarté ; la bonne définition ; la pertinence ; la cohérence par rapport au même domaine d'activité pour en indiquer, justifié ou confirmé la même évolution, interprétation ou conclusion ; l'applicabilité ; l'évaluation ; l'exhaustivité ; mesurable et facilement appréciable et justifient des informations et des données nécessaires aux actes de contrôle.

Selon ces critères on a choisi les indicateurs suivants :

- Le rendement ;
- L'indice linéaire de perte ;
- L'indice linéaire de réparation ;
- L'indice de consommation ;
- Le taux de conformité d'eau.

#### **Conclusion :**

Parmi les indicateurs de performance, on a choisi les indicateurs suivants, le plus touché le réseau de distribution d'eau potable :

- Rendement;
- L'indice linéaire de réparation ;
- L'indice de consommation
- L'indice linéaire de perte ;
- Le taux de conformité de l'eau.

L'analyse de ces indicateurs représente la base d'amélioration de système de distribution d'eau potable, et pour cela il faut analyser ces indicateurs.

## **Chapitre V :**

# **L'AMELIORATION DE SYSTEME DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA VILLE DE MARRAKECH**

## **I- Analyses et interprétations des indicateurs de performance de système de distribution d'eau potable :**

### **I-1-Rendement :**

#### **I-1-a- Définition :**

C'est le rapport entre le volume consommé par les usagers et le volume introduit dans le réseau. L'écart entre ces deux valeurs est dû aux pertes en distribution et aux volumes non ou mal comptabilisés. Déterminer Annuellement, et exprimé en pourcentage %.

Plusieurs définitions du rendement existent. Le rendement primaire prend en compte seulement le volume consommé comptabilisé, c'est-à-dire les volumes facturés. Le rendement est défini de façon contractuelle en prenant en compte les volumes de service, c'est-à-dire les volumes utilisés pour l'entretien du réseau. Ces deux termes se calculent de la façon suivante :

$$\text{Rendement}(\%) = \frac{\text{volume facturé}}{\text{volume distribué}} * 100$$

Nous nous limiterons ici à l'expression du rendement primaire, c'est le rendement le plus simple à calculer, il ne tient pas compte des volumes non comptabilisés.

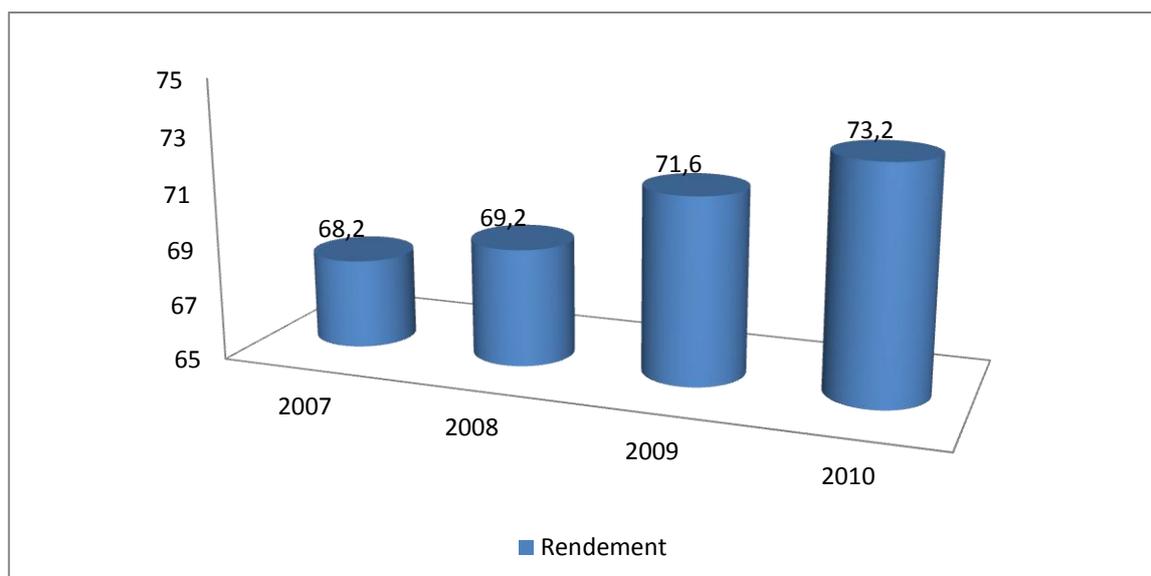
#### **I-1-b- Analyse :**

Les résultats de rendement obtenus de 2007 à 2010 sont consignés dans le tableau suivant :

Année	2006	2007	TE 2007 %	2008	TE 2008 %	2009	TE 2009 %	2010	TE 2010 %	TE global %
Rendement technique (en %)	64.8	68.2	5.5	69.2	1.4	71.6	3.4	73.2	2.2	7

**Tableau 2 : Statistique de rendement technique (rapport de gestion RADEEMA 2010)**

Les résultats de tableau ci-dessus sont indiqués dans la figure suivante :



**Figure 9 : L'évolution de rendement entre 2007-2010.**

Le rendement a connu une évolution de 68.2% en 2007 à 73.2% en 2010, avec un taux d'évolution global de 7% (Tab2, Fig. 9). la valeur de rendement atteint en 2010 est inférieure à 76% qui représente l'objectif de la RADEEMA pour l'année 2010.

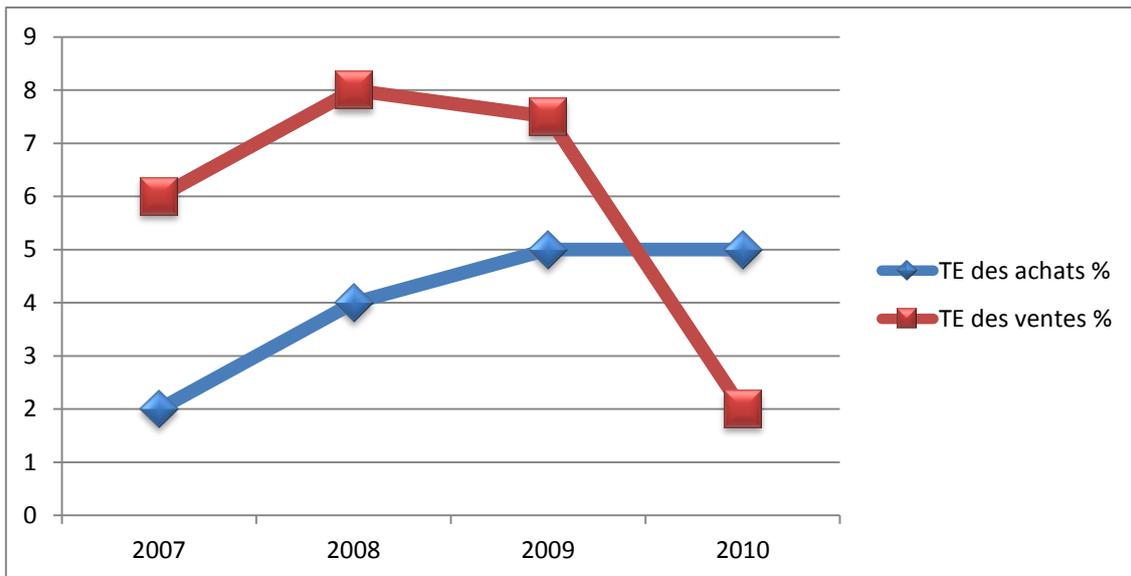
Cette augmentation de rendement est exprimée par deux éléments : les ventes et les achats.

Le tableau suivant montre l'évolution des ventes et des achats:

année	2006	2007	2008	2009	2010	TE en %
Achats (Million m3)	55	56	58	61	64	14
TE des achats(%)	-	2	4	5	5	-
Ventes (Million m3)	35	37	40	43	44	18
TE des ventes(%)	-	6	8	7.5	2	-

**Tableau3 :L'évolution des ventes et des achats entre 2007-2010(rapport de gestion RADEEMA 2010)**

La comparaison entre le taux d'évolution des ventes et les achats est représenté à la figure ci-dessous :



**Figure 10 : Le taux d'évolution des ventes et des achats entre 2007-2010.**

Entre 2007 et 2010, les achats ont connu une augmentation avec un taux d'évolution global de 14% (Tab.3). Le taux d'évolution moyen des achats a connu une augmentation depuis 2007 jusqu'à 2010 avec une stabilité entre 2009 et 2010 (Fig. 10).

Il est à signaler que depuis l'année 2007 à l'année 2010, les ventes augmentent avec un taux d'évolution de 18%. Le taux d'évolution moyen des ventes augmente de l'année 2007 à l'année 2008 puis diminue depuis cette année avec une chute brutale au niveau de l'année 2010 (Fig. 10).

Cette chute de taux d'évolution des ventes au cours de l'année 2010 dépend de deux paramètres qui sont :

- \* Le nombre d'abonné ;
- \* Le nombre des compteurs.

**\*Nombre d'abonné :**

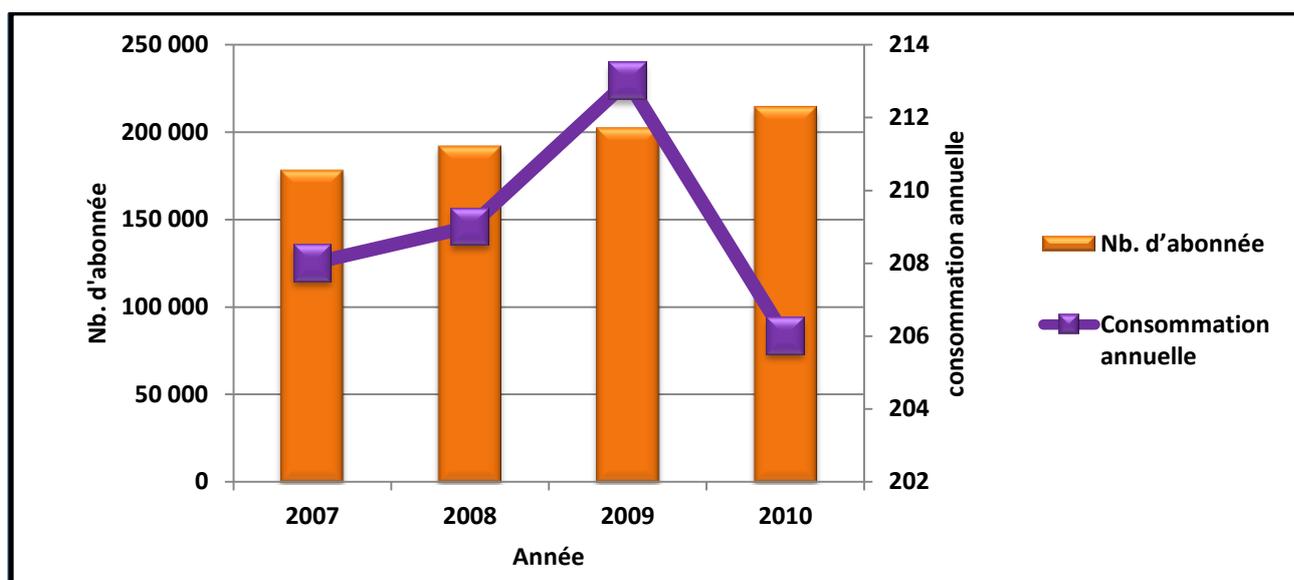
En année 2010, il existe une chute brutale de taux d'évolution des ventes, chose explicable par le nombre d'abonné.

Le nombre d'abonné et la consommation annuelle par abonné sont indiqués dans le tableau suivant :

Année	2006	2007	2008	2009	2010	TE globale %
Nb. d'abonné	165 786	177 945	191 585	201 957	214 030	20
TE moyen du nombre d'abonné %	-	7.3	7.6	5.4	6	-
Consommation Annuelle (m3/abonné)	-	208	209	213	206	-1
TE moyen de consommation annuelle(%)	-	-3	0.5	2	-3	-

**Tableau 4 :L'évolution de nombre d'abonné et la variation de la consommation annuelle par abonné entre 2007-2010(rapport de gestion RADEEMA 2010).**

La figure ci-dessous présente l'augmentation de nombre d'abonnés et les variations de consommation annuelle:



**Figure 11 : L'augmentation de nombre d'abonné et les variations de consommation annuelle entre 2007-2010.**

La consommation annuelle par abonné a connu une évolution entre 2007 et 2009 qui passe de 208 m3 par abonné à 213 m3 par abonné, avec une diminution très important qui atteint 206 m3 par abonné en 2010 (Tab. 4, Fig. 11).

**\* Nombre des compteurs :**

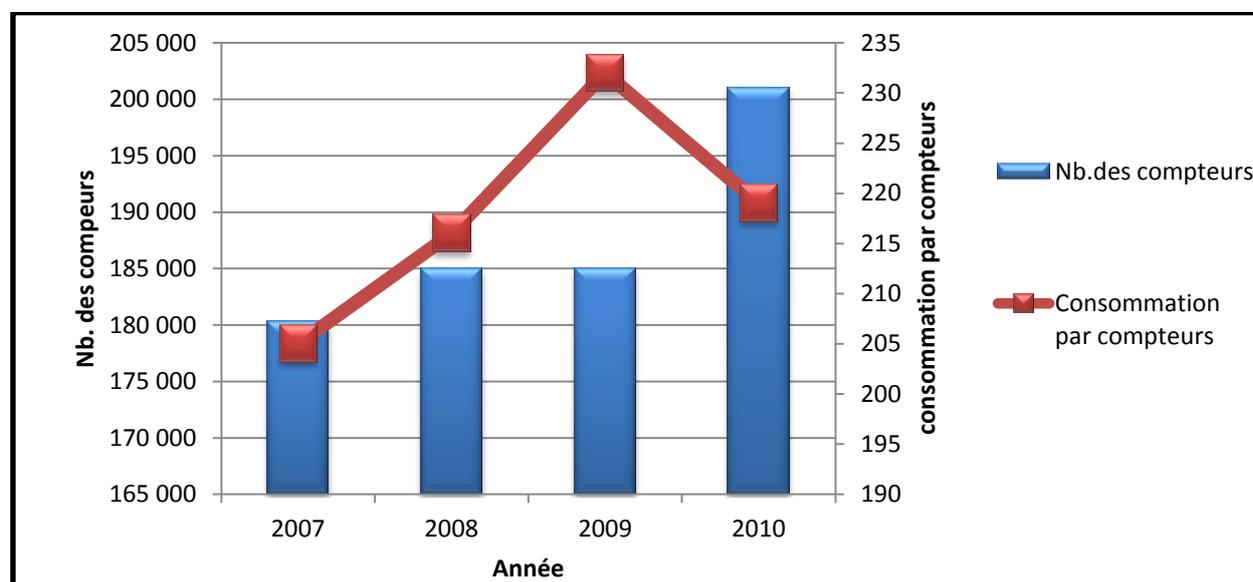
La chute de taux d'évolution des ventes est expliquée d'une part par le nombre d'abonné comme vu précédemment, et d'autre part par le nombre des compteurs.

Le tableau ci-dessous montre l'évolution de nombre des compteurs et la consommation annuelle par compteurs :

Année	2006	2007	2008	2009	2010	TE globale %
Nb. Des compteurs	-	180 273	184 935	184 967	201 006	11,5
TE moyen de nombre des compteurs(%)	-	-	2,6	0,01	8,6	-
Consommation par Compteurs (m3/compteur)	-	205	216	232	219	7
TE moyen de Consommation par compteur(%)	-	-	5.3	7.4	-6	-

**Tableau 5 : l'évolution de nombre des compteurs et la consommation annuelle par compteurs entre 2007-2010(rapport de gestion RADEEMA 2010).**

Le graphe suivant présente l'évolution de nombre de compteurs et les variations de la consommation des compteurs pendant les quatre années :



**Figure 12 : L'évolution de nombre de compteurs et les variations de la consommation des compteurs pendant les quatre années.**

La consommation annuelle par compteur augmente de 205 m<sup>3</sup> par compteurs en 2007 à 232 m<sup>3</sup> par compteurs en 2009, avec une diminution importante de cette consommation en 2010 qui arrive à 219 m<sup>3</sup> par compteur pendant cette année (Tab. 5, Fig. 12).

### **I-1-c- Interprétation :**

La défaillance est présentée précisément au niveau de l'année 2010 au niveau des ventes, cette défaillance est expliquée par la diminution de taux d'évolution moyen des ventes en 2010, cette diminution suit la chute de consommation par compteurs et par abonnée pendant cette année.

La chute de consommation par abonné est expliquée par la diminution de consommation par compteurs.

La chute de consommation par compteurs dépend :

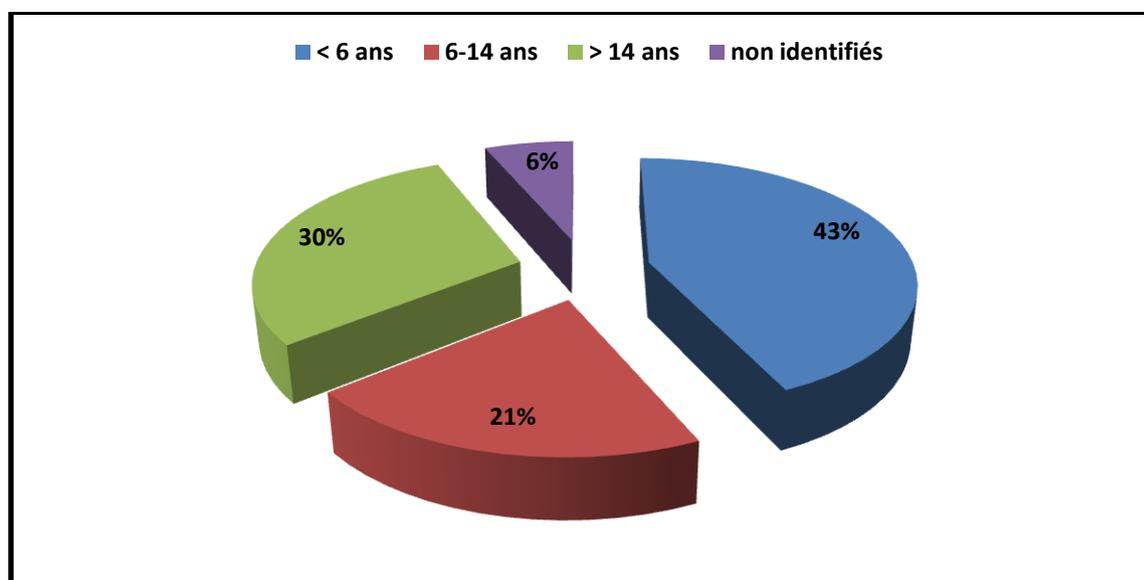
\* L'âge des compteurs ;

#### **\* Age des compteurs :**

Le tableau et le graphe suivants présentent l'âge des compteurs :

tranche d'âge	nombre de compteurs
1	<b>11 585</b>
2	<b>28 130</b>
3	<b>41 082</b>
3_6	<b>6 122</b>
6_9	<b>20 389</b>
9_14	<b>21 647</b>
>14	<b>59 206</b>
non identifiés	<b>12 845</b>
Totale	<b>201 006</b>

**Tableau 6 : La répartition des compteurs par ans (rapport de gestion RADEEMA 2010).**



**Figure 13 : La répartition des compteurs par ans.**

On constate que 57% des compteurs sont vétustes, susceptible de sous compter les volumes livrés aux clients (Tab.6, Fig. 13).

### **I-1-d- Recommandations :**

\*au niveau des micro-compteurs :

- Fourniture, installation et mise en service des postes de comptage qui permettent de mieux gérer les consommations par secteur hydraulique.
- diagnostic et entretien des parcs compteurs par :
  - \* Faire un contrôle mensuel des compteurs.
  - \* Utilisation de contrôle par sectorisation pour facilite le contrôle des compteurs chaque jour.

### **I-2- L'indice linéaire de réparation :**

#### **II-2-a- Définition :**

Est un indicateur de « l'état de santé » du réseau et également de l'efficacité du gestionnaire. Afin de comparer son évolution dans le temps, on définit l'indice linéaire de réparation qui se calcule annuellement de la façon suivante :

$$ILR = \frac{\text{Nbre de réparation de fuite sur canalisation}}{\text{lineaire de canalisation ( Km)}}$$

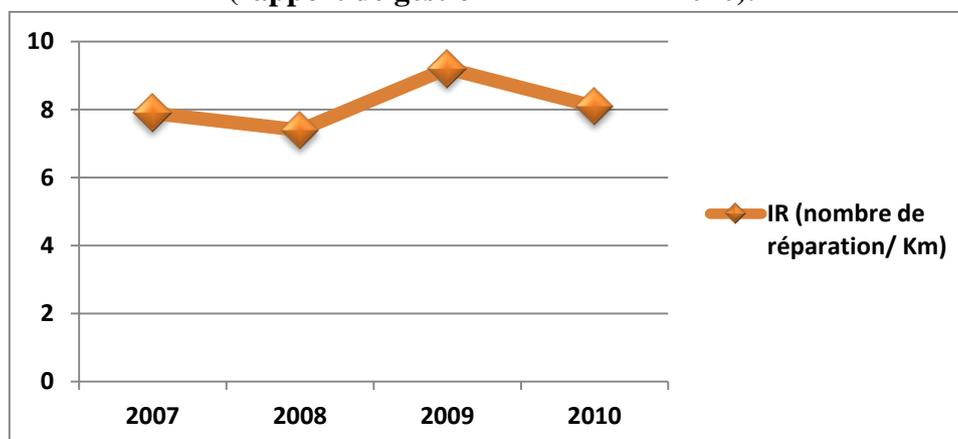
Cet indicateur est exprimé en nombre de réparation /km.

#### **II-2-b- Analyse :**

Le tableau et la figure ci-dessous présentent la variation de l'indice de réparation depuis l'année 2007 jusqu'à 2010 :

Année	2006	2007	2008	2009	2010
IR (nombre de réparation/ Km)	-	7.89	7.39	9.20	8.09
TE moyen %	-	16	-6,3	24 ,5	-12

**Tableau 7 : La variation de l'indice de réparation depuis l'année 2007 jusqu'à 2010 (rapport de gestion RADEEMA 2010).**



**Figure 14 : La variation de l'indice de réparation depuis l'année 2007 jusqu'à 2010**

Depuis l'année 2007 jusqu'à 2010, on observe une dégradation de l'indice linéaire de réparation. La plus grande valeur de l'IR est assurée en 2009 avec un enregistrement de 9.20 fuite réparée par Km (Tab. 7, fig. 13).

Cette augmentation de L'IR en 2009 dépend de:

\* Nombre de fuites réparées (technique de recherche et détection des fuites voir annexe n°3) ;

\* Le linéaire de réseau.

**\* Le nombre de fuites réparées :**

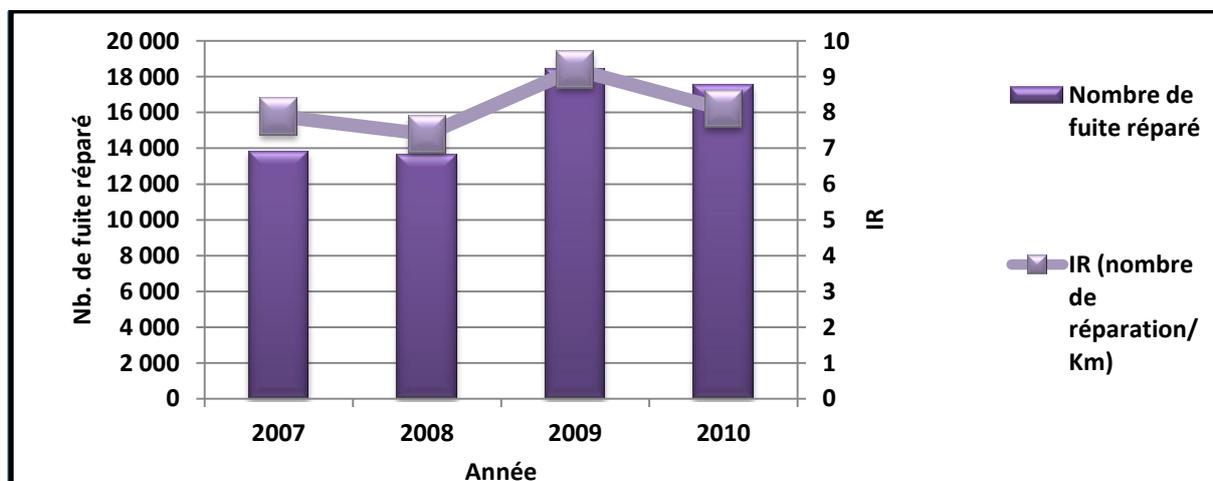
La plus grande valeur de l'indice de réparation est expliquée par le nombre de fuites réparées.

Le tableau suivant indique la répartition de fuite par conduite et par branchement entre 2007 et 2010.

Année	2007	2008	2009	2010
Nombre de fuite totale	13 806	13 637	18 390	17 535
Nombre de fuite réparé	13 806	13 637	18 390	17 535
TE moyen de nombre des fuites %	22	-1,25	35	-4 ,6

**Tableau 8 : La répartition de fuite par conduite et par branchement entre 2007 et 2010 (rapport de gestion RADEEMA 2010).**

La figure ci-dessous montre la relation entre l'IR et le nombre de fuites réparées :



**Figure 15 : La variation de l'IR selon le nombre de fuites réparées entre 2007 et 2010**

L'indice de réparation suit le nombre de fuites réparées au niveau de conduite ou branchement au fil des cinq années. Tel que plus le nombre des incidents au niveau de réseau augmentent plus l'IR augmente, et vice versa (Fig. 15). Donc la RADEEMA répare toutes les fuites apparentes et détectées (Tab. 8).

**\*Linéaire de réseau :**

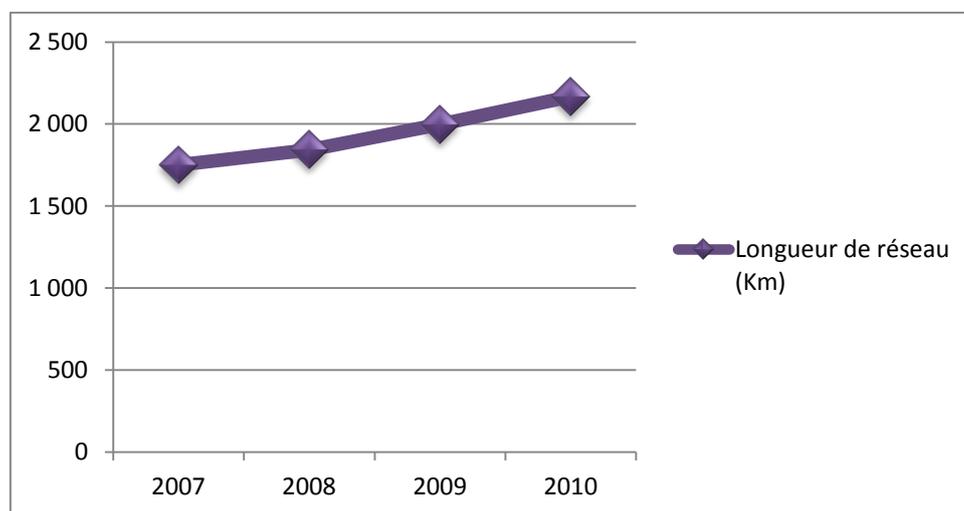
Le tableau suivant présente la variation de linéaire de réseau entre 2007 et 2010 :

Année	2006	2007	2008	2009	2010	TE global %
Longueur de réseau (Km)	1 676	1 750	1 843	1 997	2 167	24
TE moyen de linéaire de réseau %	-	4	5,3	8	8,5	-

**Tableau 9 : La variation de linéaire de réseau entre 2007 et 2010(rapport de gestion RADEEMA 2010).**

Le linéaire de réseau évolue depuis 2007 jusqu'à 2010, avec un taux d'évolution globale de 24%. Par contre pendant cette période L'IR avoir une variation (Tab. 9, fig. 16).

La figure ci-dessous montre cette évolution de linéaire de réseau entre 2007 et 2010 :



**Figure 16 : L'évolution de linéaire de réseau de distribution d'eau potable entre 2007 et 2010.**

**II-2-c- Interprétation :**

D'après l'analyse on constate qu'il n'ya pas de relation constante entre le linéaire de réseau et L'IR. Donc l'augmentation de L'IR en 2009 est expliquée par l'augmentation de nombre de fuite au cours cette année.

L'augmentation de nombre de fuite en 2009 dépend de :

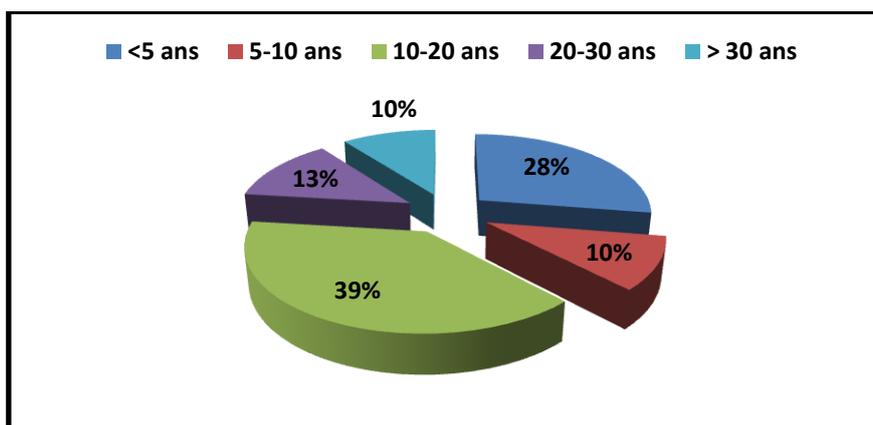
- \* L'âge de réseau ;
- \* La nature de réseau.

**\*L'âge de réseau :**

Le tableau et la figure suivants ci-dessous résumant le linéaire des conduites en (ml) par tranche d'âge et par nature des matériaux :

TRANCHE D'AGE	PE	PVC	BP	AC	FD	FG	TOTAL	%
<5 ans	127064	541434	21937	-131026	838	37000	597247	27,55
5-10 ans	6905	199653	4835	11610	0	0	223003	10,29
10-20 ans	32050	332977	18644	455516	7452	0	846639	39,06
20-30 ans	22311	26996	54	222620	4710	0	276691	12,76
> 30 ans	9370	3840	330	207580	2900	0	224020	10,33
<b>Total</b>	<b>197700</b>	<b>1104900</b>	<b>45800</b>	<b>766300</b>	<b>15900</b>	<b>37000</b>	<b>2167600</b>	<b>100</b>

**Tableau 10 : Linéaire des conduites en (m) par tranche d'âge et par nature des matériaux (rapport de gestion RADEEMA 2010).**



**Figure 17 : Linéaire des conduites en (m) par tranche d'âge en 2010.**

D'après le tableau et la figure (Tab. 10 Fig. 17), On constate que le réseau de distribution d'eau potable à la ville de Marrakech est relativement jeune ; seulement 10% a un âge supérieur à 30 ans. Ce qui signifie que l'âge de réseau n'est pas une cause principale dans l'augmentation de nombre de fuite en 2009, et par conséquent l'augmentation de L'IR pendant cette année.

**\*La nature de réseau :**

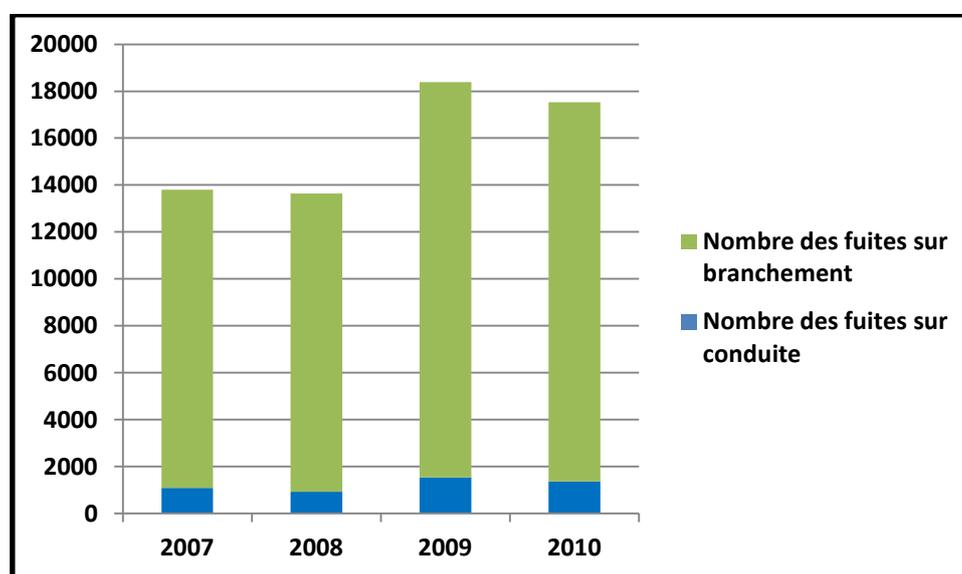
Le tableau suivant présente la répartition des fuites par conduites et par branchement entre 2007 et 2010 :

Année	2007	2008	2009	2010
Nombre des fuites sur conduite	1 094	923	1 544	1 360
Nombre des fuites sur branchement	12 712	12 714	16 846	16 175

**Tableau 11 : La variation de nombre de fuite au niveau de conduite et de branchement (rapport de gestion RADEEMA 2010).**

Le nombre de fuite totale est subdivisé en deux : les fuites au branchement et les fuites sur conduite (Tab. 12).

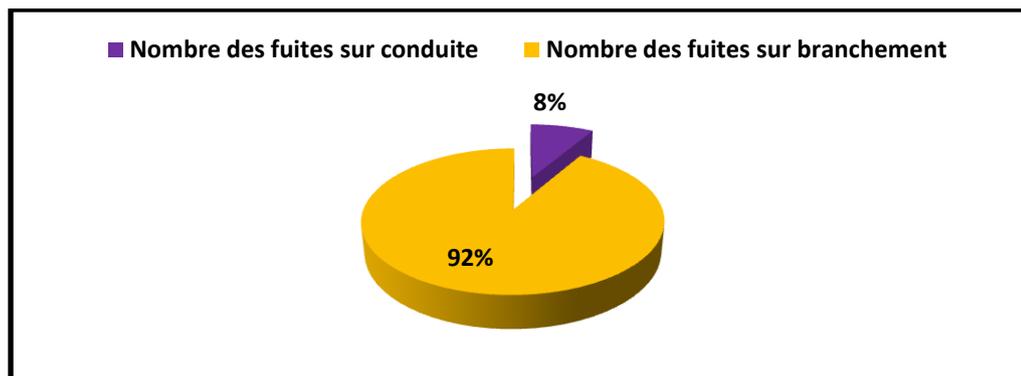
La figure ci-dessous présente la répartition des fuites par conduite et par branchement entre 2007 et 2010.



**Figure 18 : La répartition des fuites par conduite et par branchement entre 2007 et 2010.**

Le nombre de fuites totales a connu une dégradation depuis 2007 jusqu'à 2010, avec un grand nombre de fuite en 2009 qui arrive à 18 390 fuites (Tab .12, fig. 18).

En 2010, il a été constaté sur le réseau de la RADEEMA que les fuites sur les branchements constituent la plus grande part. En moyenne, 92% des fuites réparées sont des fuites sur les branchements et 8% sont des fuites sur conduite. La figure suivante présente la répartition des fuites en 2009 par catégorie comme indique le graphe suivant (fig. 19)



**Figure 19 : La répartition des fuites en 2009 par catégorie.**

D'après la figure de répartition des fuites par catégories en 2009 (fig. 16), on observe que la plupart des fuites se trouvent au niveau de branchements de nature PE avec un pourcentage de 92% (fig. 19), ce dernier est très hétérogène, car contient beaucoup des accessoires ce qui explique que la nature de réseau est une cause principale dans la présence des fuites.

#### **I-2-d- Recommandations :**

- Utilisation de différentes méthodes pour détecter les fuites invisibles (voir sous titre : les pertes au niveau des fuites).
- Recherche et détection des fuites par utilisation des méthodes modernes qui sont actuellement utilisées dans la recherche des fuites, parmi de ces méthodes il y a :
  - \* Technique des images satellites.
- Renforcer la sectorisation de réseau hydraulique.
- Renouvellement de branchements qui sont plus fuyards.

#### **I-3- L'indice de consommation (IC) :**

##### **I-3-a- Définition :**

L'indice de consommation IC, est utilisé pour caractériser un milieu et pour but de classifié la marge de l'indice linéaire de perte. Cet indicateur est déterminé annuellement, et exprimé en m<sup>3</sup>/j\*km. L'indice de consommation se calcule de la façon suivante :

$$ILC \left( \frac{m^3}{jkm} \right) = \frac{\text{Volume annuel facturé (m}^3\text{)}}{\text{linéaire de canalisation (km)} \times 365 \text{ jours}}$$

##### **I-3-b- Les normes :**

L'indice de consommation permet de caractériser un milieu tel que :

- Si : IC est inférieur à 10, le milieu est un milieu rural.
- Si : IC entre 10 et 35, le milieu est semi rural.
- Si : IC est entre 35 et 55, le milieu est dite urbain.
- Si : IC est supérieur à 55, donc on a un milieu hyper-urbain.

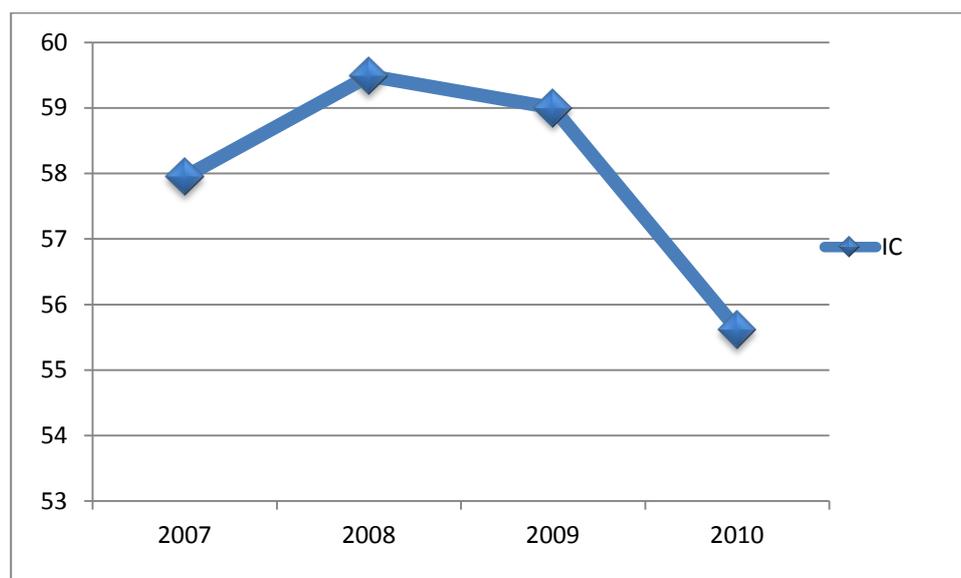
### **III-3-c- Analyse :**

Les résultats de l'indice de consommation ( $m^3/j*km$ ) entre 2007 et 2010 sont indiqués dans le tableau ci –dessous :

Année	2006	2007	2008	2009	2010
IC ( $m^3/Km*j$ )	57,83	57.95	59.49	59	55.62
TE moyen de L'IC (%°)	-	0,20	2,65	-0,82	-5,72
Consommation ( $m^3/j$ )	-	101 354	109 580	117 823	120 528
TE moyen de consommation (%)	-	5,70	8,11	7,52	2,30

**Tableau 12 : La variation de l'indice de consommation ( $m^3/j*km$ ) entre 2007 et 2010(rapport de gestion RADEEMA 2010).**

La figure ci- dessous représente la variation de l'indice de consommation ( $m^3 /j*km$ ) entre 2007 et 2010 :



**Figure 20 : La variation de l'indice de consommation ( $m^3 /j*km$ ) entre 2007 et 2010.**

D'après le tableau et la figure (Tab. 12, fig. 20), on constate une diminution de l'IC qui passe de  $57.67m^3/j*km$  en 2007 à  $55.62m^3/j*km$  en 2010, par contre il y a une évolution de consommation pendant cette période.

Cette diminution dépend de deux paramètres qui sont :

- \* Les ventes ;
- \* Le linéaire de réseau.

**\* Les ventes :**

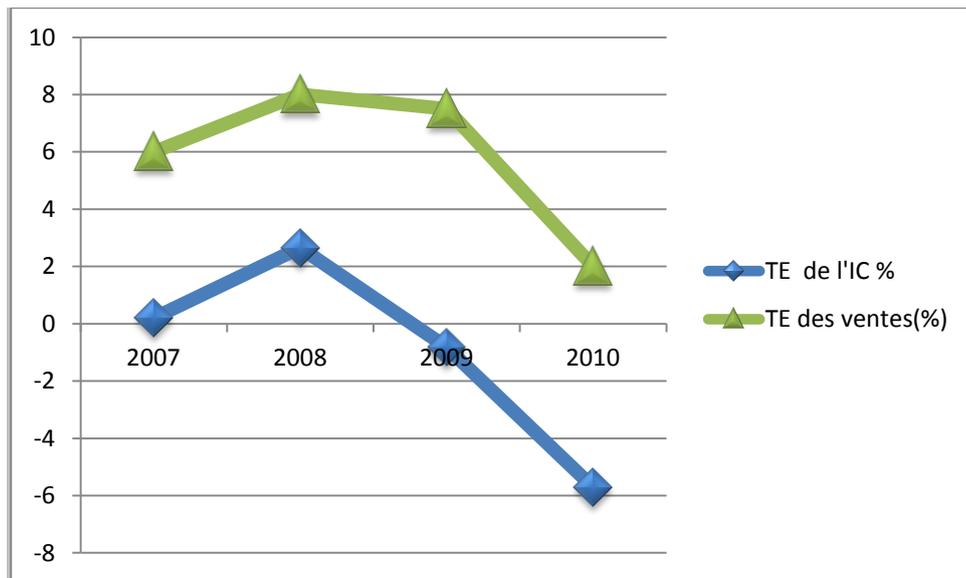
Pour connaître l'influence des ventes sur l'IC, ce qui nous oblige à étudier la variation des ventes entre 2007 et 2010 :

Le tableau suivant montre l'évolution des ventes depuis 2007 jusqu'à 2010 :

Année	2006	2007	2008	2009	2010	TE global %
Ventes (Million m3)	35	37	40	43	44	18
TE des ventes(%)	-	6	8	7.5	2	-

**Tableau 13 : L'évolution des ventes depuis 2007 jusqu'à 2010(rapport de gestion RADEEMA 2010).**

La figure ci-dessous présente la variation de taux d'évolution des ventes avec le taux d'évolution de l'IC entre 2007 et 2010 :



**Figure 21 : La variation de taux d'évolution des ventes avec le taux d'évolution de l'IC entre 2007 et 2010.**

D'après le tableau et la figure (Tab. 14, fig. 21) le taux d'évolution des ventes augmente de 6% à 8% entre 2007 et 2008, puis diminue de 8% en 2008 jusqu'à 2% en 2010, avec une chute très importante pendant l'année 2010.

Le taux d'évolution de l'indice de consommation suit la variation de taux d'évolution des ventes pendant la période 2007-2010. Tel que le taux d'évolution de l'IC passe de 0.20% en 2007 à -5.72% en 2010.

**\*linéaire de réseau :**

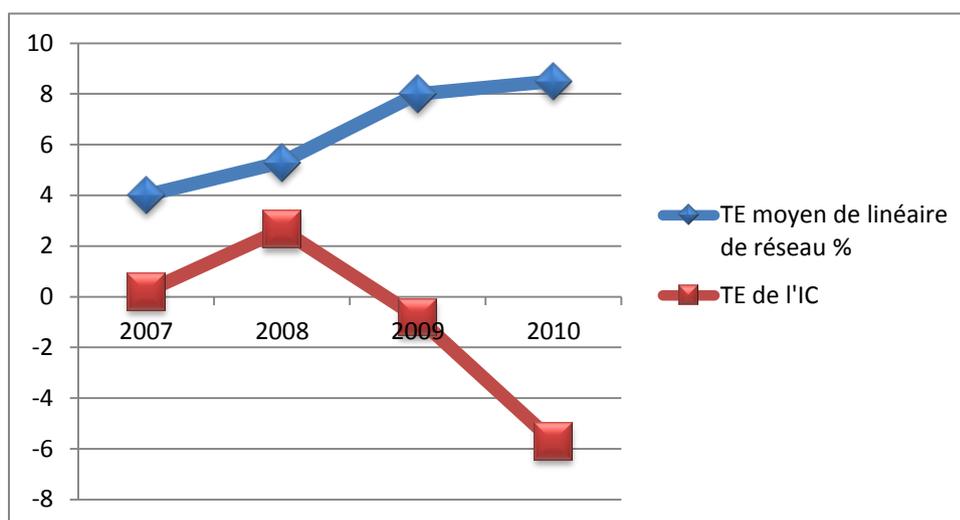
L'IC dépend d'une part des ventes comme vu précédemment et d'autre part de linéaire de réseau, pour connaître cette relation il faut étudier la variation de l'IC en fonction de linéaire de réseau.

Le tableau suivant présente l'évolution de linéaire de réseau entre 2007 et 2010 :

année	2006	2007	2008	2009	2010	TE global % entre 2007 et 2010
Longueur de réseau (Km)	1 676	1 750	1 843	1 997	2 167	24
TE moyen de linéaire de réseau %	-	4	5,3	8	8,5	-

**Tableau 14 : l'évolution de linéaire de réseau entre 2007 et 2010(rapport de gestion RADEEMA 2010).**

Le graphe ci-dessous montre la variation de taux d'évolution de linéaire de réseau de distribution d'eau potable et le taux d'évolution de l'IC entre 2007 et 2010



**Figure 22 : la variation de taux d'évolution de linéaire de réseau de distribution d'eau potable et le taux d'évolution de l'IC entre 2007 et 2010.**

Entre 2007 et 2008, le taux d'évolution moyen de linéaire de réseau suit l'augmentation de taux d'évolution de l'IC, par contre à partir de 2008 le taux d'évolution de linéaire de réseau augmente progressivement jusqu'à 2010 et le taux d'évolution de l'IC diminue pendant cette période (Tab. 15, fig. 22).

### **III-3-d- Interprétation :**

D'après l'analyse, la chute de l'IC en 2009 et 2010 à cause de la diminution de taux d'évolution des ventes au niveau de cette période. Cette diminution provient de la diminution de consommation par abonnée et par compteurs à cause de l'ancienneté des compteurs comme déjà vu dans le premier indice « RENDEMENT ». Par contre le linéaire de réseau ce n'est un facteur principale qui influence sur L'IC.

### **III-3-e- Recommandation :**

- Fourniture, installation et mise en service des postes de comptage qui permettent de mieux gérer les consommations par secteur hydraulique.
- Amélioration des opérations de relève et traitement de la facturation.
- diagnostic et entretien des parcs compteurs par :
  - \* Faire un contrôle mensuel des compteurs.
  - \* Utilisation de contrôle par sectorisation pour faciliter le contrôle des compteurs chaque jour.

## **I-4- L'indice linéaire de pertes :**

### **I-4-a- Définition :**

L'indice linéaire de perte permet de connaître par km de réseau la part des volumes mis en distribution qui ne sont pas consommés avec autorisation sur le périmètre du service. Sa valeur et son évolution sont le reflet d'une part de la politique de maintenance et de renouvellement du réseau qui vise à lutter contre les pertes d'eau en réseau, et d'autre part des actions menées pour lutter contre les volumes détournés et pour améliorer la précision du comptage chez les abonnés. Fréquence de détermination Annuelle. Exprimer en m<sup>3</sup>/j\*km. L'ILP se calcule de la façon suivante :

$$ILP = \frac{\text{Volume mise en réseau (m3)} - \text{volumes facturé (m3)}}{\text{nbre de jours} \times \text{linéaire de canalisation (Km)}}$$

### **I-4-b- Les normes de l'ILP :**

Les normes d'indice linéaire de perte sont indiquées dans l'annexe n° 4.

### **I-4-c- Les pertes :**

#### **\* Définition :**

Les pertes sont la différence entre le volume mis en distribution et le volume facturé. Dans un réseau, on distingue deux types de pertes et leurs causes sont diverses :

- \* les pertes techniques.
- \* les pertes administratives.

#### **\* Les types des pertes :**

On distingue deux types des pertes : les pertes techniques et les pertes administratives.

- **Les pertes techniques** : elles sont dues :

- au débordement des réservoirs dues soit mauvais fonctionnement du flotteur ou de la vanne de vidange ;
- Aux fuites sur conduites et branchements particuliers engendrées par les casses et leurs différentes causes ;
- Aux fuites sur robinets, vannes et colliers dues à un mauvais serrage des joints, des presses étoupent des vannes et des colliers de prise.

**-Les pertes administratives :** ce sont les eaux consommées mais non comptabilisées. On citera :

- La consommation des organismes publics,
- La défectuosité ou l'insensibilité des compteurs ;
- Absence de compteurs chez les abonnés ;
- Pertes par branchements illicites.

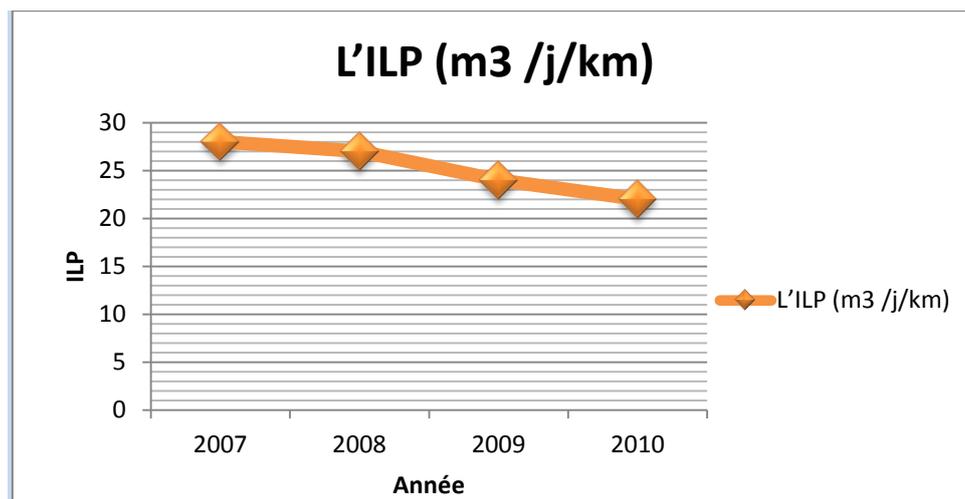
#### **I-4-d- Analyse :**

Les résultats obtenus entre 2007 et 2010 de l'indice linéaire de perte sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Année	2007	2008	2009	2010	TE (%)
L'ILP (m <sup>3</sup> /j*km)	28	27	24	22	-21
TE moyenne (%)	-12.5	-3,5	-11	-8	-

**Tableau 15 : la variation de l'indice linéaire de perte entre 2007-2010(rapport de gestion RADEEMA 2010).**

L'ILP a connu une diminution entre 2007 et 2010, comme indiqué dans la figure ci-dessous :



**Figure 23 : La diminution de l'indice linéaire de perte entre 2007 et 2010.**

L'ILP diminue depuis 2007 de 28 m<sup>3</sup> /j\*km jusqu'à 22m<sup>3</sup> /j/km en 2010 (Tab. 15, fig. 23) selon l'indice de consommation (IC > 55m<sup>3</sup>/j\*km), Marrakech est considéré comme un milieu hyper-urbain, donc on peut qualifier cet indice de mauvais à médiocre.

La diminution de l'ILP entre 2007 et 2010 se justifie par trois paramètres principaux :

- \*les achats ;
- \*les ventes ;
- \*la longueur de réseau.

**\* Les achats et les ventes :**

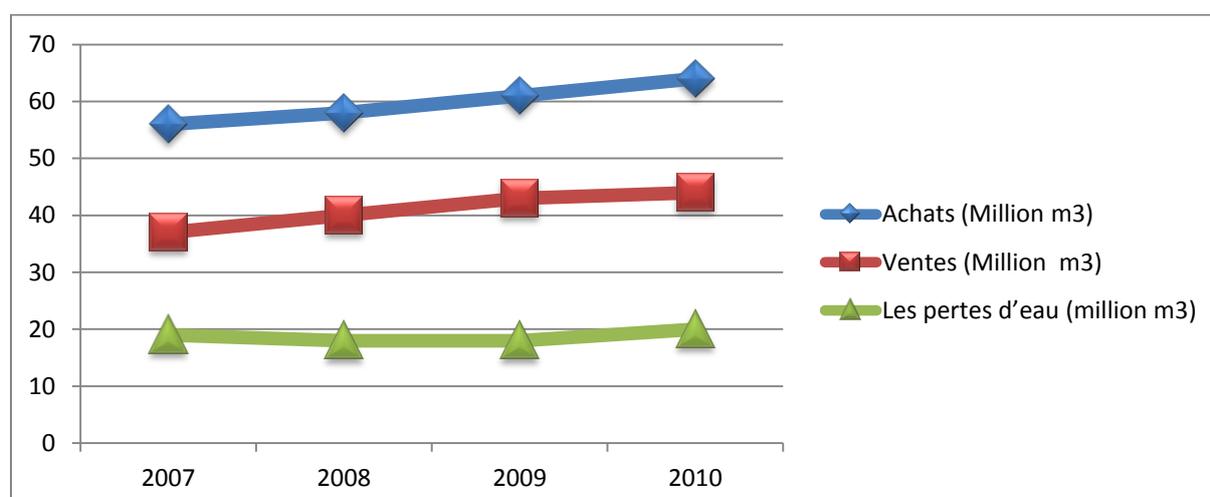
Parmi les paramètres qui influencent sur la variation de l'indice linéaire de perte, il existe les achats et les ventes comme deux facteurs essentiels dans l'étude de cette variation, ce qui nous oblige à les étudier.

Le tableau et la figure suivant représentent l'évolution des achats, des ventes et le linéaire de réseau entre 2007 et 2010 :

année	2006	2007	2008	2009	2010	TE globale (%)
Achats (Million m3)	55	56	58	61	64	14
TE moyenne des achats (%)	-	2	4	5	5	-
Ventes (Million m3)	35	37	40	43	44	18
TE moyenne des ventes (%)	-	6	8	7.5	2	-
Les pertes d'eau (million m3)	20	19	18	18	20	-
TE moyen de pertes d'eau (%)	-	-0,05	-0,05	0	0,11	-

**Tableau 16 : l'évolution des achats, des ventes et de linéaire de réseau entre 2007 et 2010 (rapport de gestion RADEEMA 2010).**

Le graphe ci-dessous présente l'évolution des ventes et des achats et les pertes d'eau entre 2007 et 2010 :



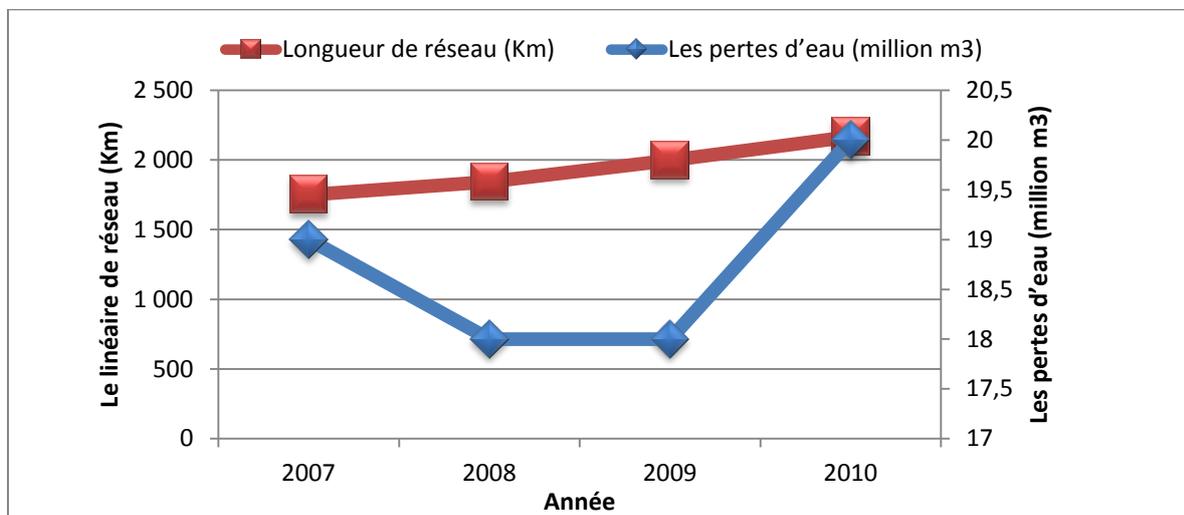
**Figure 24 : l'évolution des ventes et des achats et les pertes d'eau entre 2007 et 2010.**

D'après le tableau et la figure ci-dessus (Tab. 16, Fig. 23), on observe que les ventes et les achats augmentent parallèlement depuis l'année 2007 jusqu'à l'année 2009. Avec une diminution légère des ventes au niveau de l'année 2010, qui augmente l'écart entre les ventes et les achats ce qui explique l'augmentation des pertes d'eau qui arrive à 20 million m<sup>3</sup> pendant cette année.

**\* Linéaire de réseau :**

Après l'analyse les deux premiers paramètres dépendant de l'ILP, il faut analyser le troisième paramètre qui est le linéaire de réseau pour compléter l'étude, et pour cela il faut connaître la variation de perte d'eau selon le linéaire de réseau de distribution d'eau potable.

La figure ci-dessous (fig. 25) montre la variation des pertes d'eau selon le linéaire de réseau de distribution d'eau potable entre 2007 et 2010:



**Figure 25 : la variation des pertes d'eau selon le linéaire de réseau de distribution d'eau potable entre 2007 et 2010.**

Le linéaire de réseau avoir une évolution progressive depuis 2007 jusqu'à 2010, par contre les pertes d'eau a connu une dégradation pendant cette période.

**I-4-e- Interprétation :**

La diminution des ventes et l'augmentation des achats au niveau de 2010, signifie l'augmentation de l'écart entre les ventes et les achats, cette augmentation explique l'évolution des pertes d'eau pendant cette année.

D'après la figure (Fig. 25) qui représente les pertes d'eau selon le linéaire de réseau, on constate qu'il n'existe pas une relation constante entre les deux paramètres dans ce cas là.

**I-4-f- Recommandation :**

Dans ce cas, le taux d'évolution des pertes augmentent à cause de diminution de taux d'évolution des ventes.

Donc les recommandations qui nous insistent sont en relation avec les ventes:

- renouvellement des compteurs ;
- contrôle mensuel des compteurs.

## I-5- Le taux de conformité de l'eau:

### I-5-a- Définition :

Cet indicateur permet de donner une mesure statistique de la qualité microbiologique ou physico-chimique de l'eau distribuée conformément aux résultats des analyses réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire.

$$\text{Le taux de conformité d'eau} = \frac{\text{le nombre d'analyses conformes}}{\text{le nombre d'analyse total}} * 100$$

### I-5-b- Les analyses:

Le tableau ci-dessous présente le nombre d'analyse conformes de la qualité d'eau :

les années	2007	2008	2009	2010
Nombre d'échantillon effectués	4 693	4 533	7 434	8 927
%d'analyse conformes/total analyse	100	99.6	100	99,96

**Tableau17 : La stabilité de taux de conformité d'eau entre 2007 et 2010 (rapport de gestion RADEEMA 2010).**

D'après le tableau (Tab.17), on constate que le taux de conformité présente une valeur presque stable qui est 100% entre 2007 et 2010.

Ce qui explique que les analyses bactériologiques des échantillons d'eau prélevés au niveau du réseau de distribution de la RADEEMA présentent un taux de conformité de 100% (Tab. 17).

Pour les analyses physico-chimiques, tous les paramètres analysés sur les échantillons d'eau prélevés à l'entrée du réseau de distribution sont conformes aux normes marocaines, soit un taux de conformité de 100%.

L'analyse de l'eau constitue une tâche importante dans la distribution d'eau. L'objectif principal est que le citoyen soit servi en eau consommable vérifiant toutes les conditions de potabilité et répondant aux normes internationalement reconnues.

Grace à ces tests et à la conformité de 100% des analyses bactériologiques et physicochimiques,

la RADEEMA fourni à sa clientèle et à l'ensemble des usagers de son périmètre d'action une eau potable, sans risque de contamination ou de danger.

### I-5-c- Les recommandations :

- Renforcement de désinfection de nouvelles conduites ;
- Augmenter les opérations d'analyses et de contrôle de la qualité d'eau ;

- Renforcer les mesures de la turbidité à l'entrée et à la sortie de réservoir.
- Vidange et nettoyage de l'ouvrage au moins une fois par an. Ces opérations doivent être suivies de désinfection de l'ouvrage et d'un contrôle de la qualité de l'eau après remise en eau de l'ouvrage.
- Faire un terrassement profond pour éviter le retour d'eau polluée dans la canalisation après la coupe de la conduite dans le cas d'une réparation d'une fuite;
- Assurer une surveillance continue et vigilante de la qualité de l'eau distribuée afin d'anticiper et de détecter toute détérioration de la situation, notamment au niveau des zones localisées en bout des branches du réseau ou dans certaines zones où l'eau est susceptible de stagner.

## II-Les recommandations :

L'analyse et l'interprétation des indicateurs de performance de système de distribution d'eau potable à la ville de Marrakech, révèlent certaines défaillances de ce système. Pour l'améliorer nous proposons les recommandations suivantes (Tab. 18).

indicateur	Les recommandations
Rendement et l'indice de consommation	<p>pour conserver l'augmentation de taux d'évolution des ventes, on insiste les points suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- installation des postes de comptages pour mieux gérer la consommation par secteur hydraulique.</li> <li>- diagnostic et entretien des micro-compteurs par faire un contrôle mensuel des compteurs, utilisation de contrôle d'une sectorisation pour facilite le contrôle de compteurs chaque jours.</li> </ul>
L'indice de réparation	<p>Pour trouver facilement les fuites invisibles, il faut : utiliser les techniques de recherche et détection des fuites par (voir annexe n°3):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* mesure de débit et de pression pour détecter les zones de forte pression.</li> <li>* renforcer l'utilisation de technique de corrélation acoustique et l'enregistrement de bruit via les géophones.</li> <li>- Utilisation des méthodes modernes pour trouver facilement les fuites visible par les images satellites.</li> <li>- Renforcer la sectorisation hydraulique par augmentation de nombre des secteurs hydraulique à Marrakech pour détecter facilement les fuites visibles et invisibles.</li> <li>- renouvellement de branchements qui est plus fuyards.</li> </ul>
L'indice linéaire de pertes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Renouvellement des compteurs âgés qui ont l'âge supérieur à quatre ans.</li> <li>Contrôle quotidien des compteurs.</li> </ul>
Le taux de conformité de l'eau	<p>Pour obtenir une meilleure qualité d'eau de consommation, nous insistons sur les recommandations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- renforcer les nombres de mesures de la turbidité à l'entrée et à la sortie de réservoir.</li> <li>- vider et nettoyer l'ouvrage au moins une fois par année, suivies par la désinfection de l'ouvrage et de contrôle de la qualité de l'eau après remise en eau de l'ouvrage.</li> <li>- faire un terrassement profond pour éviter le retour d'eau polluée dans la canalisation après la coupe de la conduite.</li> </ul>

**Tableau18 : table des recommandations**

## **Conclusion générale :**

Notre stage a pour but d'améliorer le système de distribution d'eau potable à la ville de Marrakech, et pour cela en utilisant les indicateurs de performance de réseau de distribution d'eau potable.

Notre étude consiste les points suivants :

\*En premier lieu, de définir les principaux points qui gèrent l'activité de distribution d'eau potable dans la ville de Marrakech ;

\*En deuxième lieu, de réaliser une étude de diagnostic des indicateurs performance;

\*Et, enfin, de proposer des recommandations bien adéquates à l'amélioration du système de réseau d'eau potable considéré à Marrakech.

A partir de l'analyse et l'interprétation de ces indicateurs, on constate que le réseau de distribution d'eau potable présente certaines défaillances, et pour améliorer ce dernier on propose des recommandations :

Les actions de base développées au cours des dernières années ont touchés toutes les composantes de la chaîne de distribution et sont, pour ne citer que les principales : la fiabilisation des comptages des ventes d'eau, la recherche et la réparation des fuites sur branchements, la maintenance et le renouvellement progressif du micro compteurs, certaines actions de renouvellement des branchements, le renforcement de la recherche et la détection des fuites et la ont permis de porter le rendement de 68,2% à 73% entre 2007 et 2010.

Pour conserver le taux de conformité de l'eau (100%), nous insistons les recommandations suivantes :

Augmentation le nombre de mesure de la turbidité à l'entrée et à la sortie de réservoir, renforcement de la désinfection des nouvelles conduites, faire un vidange et un nettoyage de l'ouvrage au moins une fois par ans. Ces opérations doivent être suivies de désinfection de l'ouvrage et d'un contrôle de la qualité de l'eau après remise en eau de l'ouvrage , et enfin, d'assurer une surveillance continue et vigilante de la qualité de l'eau distribuée afin d'anticiper et de détecter toute détérioration de la situation, notamment au niveau des zones localisées en bout des branches du réseau ou dans certaines zones ou l'eau est susceptible de stagner.

## Liste des figures

Figure 1 : la répartition des opérateurs par catégories au Maroc .....	7
Figure 2 : carte de Maroc .....	8
Figure 3 : les ressources en eau dans la ville de Marrakech .....	9
Figure 4 : la structure de département d'exploitation eau .....	12
Figure 5 : schéma d'un réseau maillé.....	16
Figure 6 : exemple de structure d'un réseau ramifié .....	17
Figure 7 : répartition de linéaire de réseau par diamètre.....	17
Figure 8 : répartition de réseau par diamètre.....	18
Figure 9: évolution de rendement entre 2007 et 2010.....	28
Figure 10 : le taux d'évolution des ventes et des achats entre 2007 et 2010 .....	29
Figure 11 : l'augmentation de nombre d'abonné et la variation de consommation annuelle entre 2007-2010.....	30
Figure 12 : l'évolution de nombre de compteurs et la variation de consommation par compteurs pendant les quatre années .....	31
Figure 13 : La répartition des compteurs par ans .....	32
Figure 14 : la variation de l'indice de réparation entre 2007 et 2010 .....	33
Figure 15 : la variation de l'indice de réparation selon le nombre de fuite réparé entre 2007 et 2010.....	34
Figure 16 : l'évolution de linéaire de réseau de distribution d'eau potable entre 2007 et 2010 .....	35
Figure 17 : Linéaire des conduites en (m) par tranche d'âge en 2010 .....	36
Figure 18 : répartition des fuites par conduites et par branchements.....	37
Figure 19 : répartition des fuites en 2009 par catégories .....	38
Figure 20 : la variation de l'indice de consommation (m <sup>3</sup> /j/km) entre 2007 et 2010.....	39
Figure 21 : la variation de taux d'évolution des ventes avec le taux d'évolution de l'indice de consommation entre 2007 et 2010 .....	40
Figure 22 : la variation de taux d'évolution de linéaire de réseau de distribution d'eau potable et le taux d'évolution de l'indice de consommation entre 2007 et 2010.....	41
Figure 23 : diminution de l'indice linéaire de perte entre 2007 et 2010 .....	43
Figure 24 : l'évolution des ventes et des achats et les pertes d'eau entre 2007-2010.....	44
Figure 25 : la variation des pertes d'eau selon le linéaire de réseau de distribution d'eau potable entre 2007 et 2010 .....	45

## Liste des photos

Photo 1 : exemple de château d'eau .....	14
Photo 2 : exemple de réservoir d'eau .....	15
Photo 3 : exemple de ventouse.....	19
Photo 4 : exemple de vanne .....	19
Photo 5 : modèle de stabilisateur utilisé dans le réseau de distribution d'eau potable .....	20
Photo 6 : exemple de modulateur utilisé pour compensation de pertes de charge d'eau .....	20
Photo 7 : exemple de poteau d'incendie.....	21

Photo 8 : exemple de bouche d'incendie.....	21
Photo 9 : exemple d'une fuite au branchement.....	53
photo10 : exemple d'une fuite au compteur.....	53
Photo 11 : photo d'un hydrosol.....	53

### **Liste des tableaux**

Tab.1 : avantages et inconvénients des différents types de conception de réseau de distribution d'eau.....	16
Tab.2 : statistique de rendement technique.....	27
Tab.3 : l'évolution des ventes et des achats entre 2007 et 2010.....	28
Tab.4 : l'évolution de nombre d'abonné et la variation de la consommation annuelle par abonné entre 2007 et 2010.....	30
Tab.5 : l'évolution de nombre de compteurs et la consommation annuelle par compteurs entre 2007 et 2010.....	31
Tab.6 : répartition des compteurs par âge.....	32
Tab.7 : les variations de l'indice linéaire de réparation depuis 2007 jusqu'à 2010.....	33
Tab.8 : la répartition des fuites par conduites et par branchement entre 2007 et 2010.....	34
Tab.9 : la variation de linéaire de réseau entre 2007 et 2010.....	35
Tab.10 : linéaire de conduites en (ml) par tranche d'âge et par nature des matériaux.....	36
Tab.11 : la variation de nombre de fuite au niveau des conduites et des branchements.....	37
Tab.12 : la variation de l'indice de consommation (m3/j/km) entre 2007 et 2010.....	39
Tab.13 : l'évolution des ventes depuis 2007 jusqu'à 2010.....	40
Tab.14 : l'évolution de linéaire de réseau entre 2007 et 2010.....	41
Tab.15 : la variation de l'indice linéaire de perte entre 2007 et 2010.....	43
Tab.16 : l'évolution des achats, des ventes et de linéaire de réseau entre de 2007 et 2010.....	44
Tab.17 : statistique des prélèvements d'analyse.....	46
Tab.18 : tableau de recommandations.....	47

### **Liste des annexes**

Annexe 1 : Les normes Marocaines de qualité de l'eau.....	51
Annexe 2 : Les objectifs de département d'exploitation eau et leur division et leur service...	52
Annexe 3 : Les techniques de recherche et détection des fuites.....	53-54
Annexe 4 : Les normes de l'indice linéaire de perte.....	54

## Annexe 1 : Les normes Marocaines de qualité de l'eau

### Norme marocaine de potabilité: NM : 03.7.001 :

Cette norme définit l'eau potable comme étant toute eau destinée à la boisson, ou à la préparation, le conditionnement et la conservation des denrées alimentaires destinées au public. Et fixe les exigences de qualité aux quelles doit satisfaire l'eau destinée pour l'alimentation humaine. Selon la NM 03.7.001, l'eau potable ne doit contenir, en quantité dangereuse, ni substances chimiques nocives pour la santé ni micro-organismes, en plus elle doit être aussi agréable à boire que les circonstances le permettent.

### Norme marocaine de surveillance: NM : 03.7.002 :

L'analyse type I	regroupe les analyses courantes effectuées sur l'eau dans le réseau de distribution et à l'entrée du système de distribution, elle comprend les paramètres de qualité suivants : la température, le pH, la dose du désinfectant résiduel...
L'analyse type II	comprend en plus des paramètres de qualité type I les paramètres suivants : la turbidité, la conductivité, l'ammonium, les nitrites, les nitrates, l'oxydabilité au permanganate de potassium... Ces analyses de surveillance de type II sont effectuées sur chaque captage à l'entrée du système de distribution si l'eau subit un traitement autre que celui de la désinfection et à l'intérieur du réseau de distribution quand s'y effectue un mélange d'eau ou en cas d'analyse de confirmation d'une pollution bactérienne.
L'analyse type III	dite analyse complète est utilisée pour les mêmes fins que l'analyse type II, sauf pour la confirmation de la pollution bactérienne à l'intérieur du réseau de distribution, et sert également à l'étude des ressources en eau que l'on se propose à utiliser pour l'approvisionnement public en eau.

## Annexe 2

### Les objectifs de département d'exploitation eau et leur division et leur service

<b><u>Les objectifs de département :</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Sensibiliser et impliquer les collaborateurs dans la stratégie globale de la direction générale et veiller au respect des valeurs de la régie;</li> <li>-Veiller à la cohérence entre la stratégie générale de la régie et les stratégies respectives des entités;</li> <li>Veiller à l'augmentation des achats d'eau potable et de rendement et la diminution de l'indice linéaire de perte ;</li> </ul>
<b><u>Les objectifs de division conduite réseau :</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*assurer la réparation de toutes les fuites et casses de conduites ;</li> <li>*assurer la réalisation du plan de contrôle des vidanges du réseau d'eau potable.</li> <li>*garantir la fiabilité des données de relevé des volumes d'eau d'entrée et de sortie dans les réservoirs (compteur étalonné, non bloqué).</li> </ul>
<b><u>Service réservoirs et feeders:</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-suivi les niveaux des réservoirs et contrôle des travaux sur les feeders.</li> <li>- élaboration et réalisation des programmes de maintenance préventif et feeders et réservoir.</li> <li>-participation aux essais mise en service et réception des feeders.</li> </ul>
<b><u>Service normalisation et mises à niveau du réseau:</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-suivi et contrôle des travaux exploitation eau.</li> <li>-participation aux essais d'étanchéité, pression...</li> <li>-participation à la définition des besoins en matériel et accessoires eau potable.</li> </ul>
<b><u>Service Normalisation et mise à niveau</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exécuter tous les travaux remis par le service réseau de distribution ;</li> <li>-Réaliser le marché relatif au renouvellement des branchements d'eau potable.</li> </ul>
<b><u>Les objectifs de division mesure et amélioration de rendement :</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-assurer la réalisation de tous les marchés de localisation, recherche et réparation des fuites.</li> <li>-Assurer la réparation des fuites sur conduites dans un délai ne dépasse pas 10 heures.</li> <li>-Assurer la réparation des fuites sur branchement dans un délai ne dépasse pas 3 heures.</li> <li>-Mettre en œuvre les procédures en matière de mesure et amélioration du rendement</li> </ul>
<b><u>Service amélioration du rendement :</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-collecte et analyse les données (pression, débit...)</li> <li>-suivi les indicateurs de performance.</li> <li>-suivi les marchés et les opérations de sectorisation</li> </ul>
<b><u>Service détection des fuites:</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-mesure et détection des fuites.</li> <li>-réception des réclamations et traitement.</li> <li>-prospection des conduites.</li> </ul>
<b><u>Service réseau-conduite</u></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b><u>*Entretien curatif :</u></b></li> <li>-Traitement des réclamations des abonnés transmise par le PC.</li> <li>-Participation à la définition des réseaux à réhabiliter.</li> <li><b><u>*Entretien préventif :</u></b></li> <li>-Suivi et vérification des travaux de maintenance préventive.</li> <li>-Participation aux essais de pression pour les nouveaux réseaux.</li> </ul>

## Annexe 3

### Les techniques de recherche et détection des fuites

On distingue plusieurs types d'incidents, parmi de ces derniers on intéresse les fuites :

\*les fuites apparentes : ce sont des fuites dont la présence est visible en surface.



**Photo 9 : exemple d'une fuite au branchement**

**photo10 : exemple d'une fuite au compteur**

\*les fuites détectable non visible : ce sont des fuites non visible que l'on peut détecter avec les moyens usuels d'investigation tel que :

- ❖ Premier technique : par amplification des bruits de fuites qui se fait par un dispositif mécanique (type hydrosol, coiffons).



**Photo11 : Photo d'un hydrosol**

❖ Autre technique :

\*par corrélation acoustique : comparaison des signaux reçus par deux capteurs situés de part et d'autre d'une fuite :

-décalage temporel entre les signaux.

-détermination de la position de la fuite par rapport aux deux capteurs.

\*par pré localisation des fuites :

Se fait par les étapes suivantes :

-installation sur le secteur d'un lot de capteurs sur les bouches à clés ou dans les regards.

-enregistrement des bruits nocturnes.

-dépose des capteurs.

-analyse des résultats de la pré-localisation.

-localisation de fuites pré-localisées.

\*mesure des débits de nuit :

-à l'aide des débitmètres à ultrasons (sondes externes).

-à l'aide des débitmètres électromagnétiques à insertion.

-à l'aide des compteurs.

\*mesure de pression à l'aide des appareils tel que :

-Manomètre

-métré log.

Les fuites provient essentiellement de :

- rupture ou mauvaise étanchéité des conduites et leurs accessoires.

- joints détériorés ou mal exécutés.

- corrosion.

- glissements de terrains.

- excès de pression.

-l'âge des conduites ;

-la densité des accessoires de robinetterie, de fontainerie et de branchements.

## **Annexe 4**

### **Les normes de l'indice linéaire de perte**

<b>Catégorie de réseau</b>	<b>Rural IC &lt; 10</b>	<b>Semi-rural 10 &lt; IC &lt; 35</b>	<b>Urbain 35 &lt; IC &lt; 55</b>	<b>Hyper urbain IC &gt; 55</b>
<b>ILP bon</b>	<b>&lt; 1.5</b>	<b>&lt; 4</b>	<b>&lt; 9</b>	<b>&lt; 13</b>
<b>ILP acceptable</b>	<b>&lt; 2.5</b>	<b>&lt; 6.5</b>	<b>&lt; 13</b>	<b>&lt; 20</b>
<b>ILP médiocre</b>	<b>2.5 &lt; IP &lt; 4.5</b>	<b>6.5 &lt; IP &lt; 10</b>	<b>13 &lt; IP &lt; 19</b>	<b>20 &lt; IP &lt; 25</b>
<b>ILP mauvais</b>	<b>&gt; 4.5</b>	<b>&gt; 10</b>	<b>&gt; 19</b>	<b>&gt; 25</b>

## **Bibliographie**

**COUSSY E. (2008)** - Amélioration du rendement et de la qualité de l'eau d'un réseau d'eau potable. Ingénieur ENGEES. Lyonnaise des eaux. 100 p.

**EL AZZOUZI L. (2009)** - Régulation des services de distribution d'eau par les indicateurs de performance. Mastère spécialisé en management et ingénierie des services d'eau et d'assainissement. Direction des régies et des services concédés. 109 p.

**Iwa, international water association** : les indicateurs de performance des services de la distribution d'eau.

**LKHALIDI M. (2008)** - Normalisation de la pression dans le réseau de distribution d'eau potable du grand Casablanca. Mastère en management et ingénierie des services eau et assainissement. LYDEC. 121 p.

**Rapport de gestion 2006** de la RADEEMA de Marrakech.

**Rapport de gestion 2007** de la RADEEMA de Marrakech.

**Rapport de gestion 2008** de la RADEEMA de Marrakech.

**Rapport de gestion 2009** de la RADEEMA de Marrakech.

**Rapport de gestion 2010** de la RADEEMA de Marrakech, indicateurs-eau-potable.

**TOUMANI S. M. (2010)** - Maîtrise des pertes d'eau potable : méthodes d'évaluation de la pression caractérisant une zone de desserte. Mastère spécialisé eau potable et assainissement de L'ENGEES : Emagref de bordeaux. 100p.

### **Les sites internet :**

Le site internet : **[www.radeema.ma](http://www.radeema.ma)**

Le site internet : **[www.Marrakech.ma](http://www.Marrakech.ma)**

Le site internet : **[www. Services.eau france. fr](http://www.Services.eau france. fr)**